
I. *Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtssinnes; von August Seebeck.*

A. Ueber die fragliche Combination des rechten und linken Eindrucks beim Gehör- und Gesichtssinne.

Die Stöße oder Schwebungen zweier nicht genau im Einklange stehenden Stimmgabeln können auch dann wahrgenommen werden, wenn man die eine dicht vor das rechte, die andere dicht vor das linke Ohr hält. Dove, welcher diesen Versuch im Repert. der Physik, Bd. III, S. 404, anführt, läßt die Wahl zwischen zwei Erklärungen. Nach der einen würden jedem Ohre nur die Schwingungen der ihm genäherten Gabel mitgetheilt, und es würden die Schwebungen aus der Combination dieser beiden Nerveneindrücke entspringen. Nach der anderen hingegen würden die Schwingungen jeder Gabel sich zwar hauptsächlich dem näheren Ohre mittheilen, aber durch die festen Kopftheile sich auch an das entferntere fortpflanzen, so daß in jedem Ohre beide Wellenzüge sich begegnen und mit einander interferiren würden.

Die erste Annahme würde vielleicht auf eine Interferenz der beiderlei Wellen an dem gemeinsamen Ursprungs-orte der beiden Gehörsnerven zurückzuführen seyn, in jedem Falle aber auf eine bestimmte Sympathie dieser Nerven schließen lassen, in solcher Weise, daß ein Eindruck auf das rechte Ohr die Stelle eines Eindrucks auf das linke verträte. Es würde aber dann weiter die Frage entstehen: Vertreten sich die *entgegengesetzten* Schwingungen beider Trommelfelle, wo beide zugleich nach innen und zugleich nach außen gehen, oder die *gleichgerichteten*, wo beide zugleich nach Rechts und zugleich nach Links gehen? Im einen Falle würden die Schwingungen der Stimmgabeln dann

stark gehört werden, wenn beide zugleich gegen das Ohr und von demselben schwingen, und schwach, wenn sie zugleich nach Rechts und zugleich nach Links schwingen, im anderen würde dies gerade umgekehrt seyn.

Es können also drei Annahmen unterschieden werden, zwischen welchen die Wahl bleibt, nämlich:

- I. Die beiden Gehörnerven sympathisiren so, daß die entgegengesetzten Schwingungen beider Trommelfelle einander vertreten können; oder
- II. so, daß die gleichgerichteten Schwingungen einander vertreten; oder
- III. es findet eine solche Sympathie nicht statt, wohl aber eine merkliche Mittheilung der Schwingungen von einem Ohr zum andern.

Da ich, behufs der Beleuchtung gewisser Zurückwerfungsversuche von N. Savart ¹⁾ die Gewissheit zu haben wünschte, welche von diesen drei Annahmen die richtige sey, so habe ich einen Versuch mit einer Doppelsirene angestellt, welcher bei jeder derselben einen verschiedenen Erfolg haben mußte, und daher die Wahl zwischen denselben zu entscheiden geeignet ist.

Um eine gemeinsame Axe drehen sich zwei ganz gleiche Löcherscheiben. Ihr Durchmesser beträgt $1\frac{1}{2}$ Fufs, ihre Entfernung von einander etwas über 1 Fufs, so daß es möglich ist, den Kopf zwischen beide zu halten, und die Luftstöße der einen in das rechte, die der anderen in das linke Ohr zu führen. Von einem Gebläse kann mittelst Tasten der Wind in drei enge Röhren, A, B und C geleitet werden. Die Röhre A ist von außen her gegen die Löcher der linken Scheibe geführt, so daß sie ihre Luftstöße in das linke Ohr ergießt; die Röhren B und C blasen eben so durch die andere Scheibe in das rechte Ohr, und stehen so, daß die Eindrücke von A und B genau gleichzeitig, dagegen die von C genau in die Mitte zwischen jene treffen. Bläst man also A und B an, so sind die Eindrücke in beiden Ohren entgegengesetzt und gleich-

1) S. die nachfolgende Abhandlung.

zeitig, bläst man *A* und *C* an, so sind sie entgegengesetzt und abwechselnd, und der Erfolg muß in diesen beiden Fällen verschieden seyn, je nachdem die eine oder die andere der obigen drei Annahmen die richtige ist. Nämlich:

I. Nach der ersten Annahme müssen sich die gegen beide Ohren geführten Eindrücke wesentlich eben so verhalten, als ob sie gegen eines gerichtet wären, und daher muß der Ton verstärkt werden, sobald man *B* zu *A* hinzunimmt, dagegen in die Octaven übergehen, wenn man mit *C* und *A* bläst. Das Erstere ist in der That der Fall, nur unterscheidet man deutlich, daß die Verstärkung das eine Ohr trifft. Das letztere dagegen ist nicht der Fall; das Uebergehen in die Octave, das man natürlich beim Anblasen der beiden rechten Röhren *B* und *C* sehr deutlich hört ¹⁾, ist bei *A* und *C* nicht zu bemerken.

II. Ist die zweite Annahme richtig, so muß der Ton bei *A* und *B* schwächer seyn, als bei *A* allein, dagegen bei *A* und *C* nicht nur stärker seyn, sondern hauptsächlich jene Veränderung in der Art des Tones zeigen, welche von dem Ausfallen der geraden Cosinusglieder in der einen Sireneton darstellenden Reihe herrührt ²⁾. Das Erstere ist nicht der Fall, der Ton wird vielmehr, wie vorhin erwähnt ist, stärker, wenn man *B* zu *A* hinzunimmt. Auch die Veränderung des Klanges bei *A* und *C* ist nicht zu bemerken.

III. Nach der dritten Annahme muß es fast einerlei seyn, ob man *A* und *B* oder *A* und *C* anbläst. In beiden Fällen muß der Ton stärker erscheinen, als bei *A* allein, jedoch so, daß man empfindet, es komme die Verstärkung von dem einen (rechten) Ohre; in beiden Fällen kann eine Veränderung in der Art des Tones nur in sehr geringem Grade eintreten. Diefs ist es nun in der That, was der Versuch giebt, und ich habe keinen merklichen Unterschied beobachten können, es mochte *A* und *B* oder *A* und *C*

1) Vergl. diese Annalen, Bd. 53, S. 425.

2) Ebendas. Bd. 60, S. 465.

angeblasen werden. Ich halte hiernach die Richtigkeit der letzten Annahme für entschieden.

Eine vollkommene Gleichheit der beiden Wirkungen, wenn entweder A mit B oder A mit C genommen wird, würde allerdings nur dann zu erwarten seyn, wenn die Wellen, die das eine Ohr treffen, sich dem andern gar nicht mittheilten. Wenn man aber erwägt, daß die secundären Eindrücke, welche ein Ohr von der ihm entfernter stehenden Sirene empfängt, erstens beträchtlich schwächer seyn müssen, als die directen von der nahen Sirene, daß sie zweitens weder genau mit diesen zusammen, noch in die Mitte derselben fallen, und daß sie endlich auch wegen der verschiedenen Weglängen, auf denen sie zu dem entfernteren Ohre durch und um den Kopf gelangen, nicht so scharf markirt seyn können, als die directen ¹⁾, so begreift man leicht, daß ihre Interferenz mit diesen letzteren nur von geringem Erfolge seyn kann, und der Beobachtung leicht ganz entgeht.

Bei dem Versuche mit den Stimmgabeln ist dieß in sofern ganz anders, als hier die Schwingungen von der Form $a \sin(\theta + \tau)$ sind, und die verschiedenen Wellentheile, welche nach ungleichen Wegen zusammentreffen, immer wieder dieselbe Form $a \sin(\theta + \tau)$ erzeugen ²⁾. Auch wird bei den Stimmgabeln der Gangunterschied der secundären und directen Wellen dadurch kleiner, daß hier die Fortpflanzung der ersteren durch die Luft vernachlässigt werden kann, und nur die viel schnellere durch die festen Kopftheile übrig bleibt.

In diesem geringen Gangunterschiede liegt auch der Grund, warum bei dem angegebenen Stimmgabelversuche der letzten Erklärung zufolge die Schwebungen des rechten Ohrs mit denen des linken beinahe zusammenfallen müs-

1) Wenn man sich die Luftstöße der Sirene graphisch als einzeln stehende Wellenberge dargestellt denkt, so werden die zum entfernteren Ohre gelangenden secundären Stöße nicht nur viel niedriger, sondern auch breiter.

2) Vergl. diese Annalen, Bd. 53, S. 433.

sen, und daher in der That nicht getrennt wahrgenommen werden. Denn man überzeugt sich leicht, daß die Schwebungen des einen Ohrs in die Mitte zwischen die des anderen fallen würden, wenn der Abstand beider Labyrinth von einander $\frac{1}{2}$ Wellenlänge betrüge, — natürlich für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Knochensubstanz berechnet — und daß sie fast zusammenfallen müssen, wenn jener Abstand nur ein kleiner Theil dieser Länge ist.

Es versteht sich übrigens, daß der nunmehr angenommenen Erklärung zufolge die Schwebungen der beiden Stimmgabeln, wenn sie vor beide Ohren gehalten werden, schwächer erwartet werden müssen, als wenn man beide dicht vor ein Ohr hält. So verhält sich's aber auch in der That, denn man hört im ersten Falle die Schwebungen nur eben so, wie man sie mit einem Ohre dann findet, wenn beide Gabeln ihm ungleich genähert sind, die eine ganz nahe, die andere ein Paar Zoll weiter weg.

Indem sonach von den oben unterschiedenen drei Annahmen die beiden ersten durch die Sireneversuche ausgeschlossen werden, dagegen die dritte nicht nur durch diese Versuche bestätigt wird, sondern auch für die Erklärung des mehrerwähnten Stimmgabelversuchs vollkommen hinreicht, so darf mit genügender Sicherheit angenommen werden, daß eine Combination und Stellvertretung der den beiden Gehörsnerven ertheilten Eindrücke nicht stattfindet, wohl aber in einem gewissen Grade eine Mittheilung der Schwingungen von einem Ohre zum andern.

Hiermit steht in Uebereinstimmung, daß auch in anderen Fällen die Eindrücke des rechten und linken Ohrs sehr wohl von uns unterschieden werden. Wenn z. B. eine \bar{a} -Gabel vor das eine und eine \bar{c} -Gabel vor das andere Ohr gehalten wird, so wird man nie zweifelhaft seyn, welches Ohr \bar{a} und welches \bar{c} hört. Eben so unterscheidet man auch bei gleicher Tonhöhe leicht, welches von beiden Ohren einen stärkeren Ton empfängt, und es dient uns dieß bekanntlich als Hülfsmittel zur Unterscheidung der Richtung des Schalls.

Ganz anders ist dieß beim Gesichtssinne. Wenn ein Licht so steht, daß es bloß in ein Auge scheinen kann, so empfinden wir nicht, ob wir es mit dem rechten oder mit dem linken Auge, oder mit beiden sehen, und überzeugen uns davon erst, wenn wir jedes einzeln schließen. Wie sich hierin eine Stellvertretung der beiden Gesichtseindrücke zeigt, so ist es mir auch nicht zweifelhaft, daß bei einer ungleichen Erregung beider Augen die beiden Eindrücke combinirt werden. Wenn daher der geistreiche Physiker, dessen ich im Eingange gedachte, dem Gesichtssinne die Fähigkeit, beide Eindrücke zu combiniren, abspricht, dagegen dem Gehörssinne eine solche Fähigkeit zuzuschreiben geneigt ist, so bin ich gerade der umgekehrten Ansicht, und habe dieß noch für den Gesichtssinn zu rechtfertigen, da man hier öfters Angaben entgegengesetzter Art findet.

Es wird vielfach angegeben, daß, wenn von zwei verschieden gefärbten Gläsern das eine vor das rechte, das andere vor das linke Auge gehalten wird, man nicht die Mischungsfarbe aus beiden sehe, sondern, vermöge eines sogenannten Wettstreits in der Thätigkeit beider Augen, bald die eine, bald die andere erblicke, oder auch fleckig beide neben einander. Auch mir erscheint bei diesem Versuche bald die eine, bald die andere Farbe überwiegender, immer aber finde ich, wenn ich plötzlich das eine oder das andere Auge schliesse, daß die mit beiden gesehene Farbe eine Mischungsfarbe war.

Dieß ist natürlich dann besonders auffallend, wenn man ziemlich tief gefärbte Gläser nimmt, aber diese so aussucht, daß nicht eine Farbe sehr viel stärker als die andere ist, vielmehr beide Gläser übereinandergelegt eine charakteristisch unterschiedene Mittelfarbe zeigen. Das Resultat dieses Versuchs ist für mein Auge so wenig zweifelhaft und mit den Beschreibungen einiger Beobachter so gut übereinstimmend, daß ich vermute, es werde sich wesentlich dasselbe bei allen Personen zeigen, wenn man nur durch schnelles Schließen eines Auges die Mittelfarbe mit ihren Bestandtheilen abwechseln läßt. Immer aber sieht man hier

die drei Farben nur *nach* einander. Viel entschiedener wird der Erfolg, wenn man sie *neben* einander bringt, was auf folgende Weise geschehen kann.

Legt man auf die rechte Seite eines Stereoskops von unten herauf, bis über die Mitte des Gesichtsfeldes blaues Papier, von da aufwärts rothes, auf die linke umgekehrt von unten bis über die Mitte Roth, darüber Blau, am besten die Papiere so groß, daß man außer den Farben keine anderen Gegenstände in den Spiegeln sieht — so zeigt das Instrument dem Beschauer einen Lilastreifen zwischen Blau und Roth, begreiflich, weil in der Mitte Blau des einen Auges mit Roth des anderen, dagegen rechts Blau mit Blau und links Roth mit Roth zur Deckung kommt. Der Versuch läßt hier, wo neben der Mischungsfarbe ihre beiden Bestandtheile stehen, nicht den mindesten Zweifel. Wenn die Convergenz der Augenaxen schwankt, so wird dadurch der Lilastreifen breiter oder schmaler, das Hauptkennzeichen, woran sich dem Kundigen die subjective Natur der Mischungsfarbe bemerklich macht. Fleckig erscheint die Farbe dieses Streifens nur dann, wenn eine der Flächen ungleichmäßig beleuchtet ist, wie sich dies von selbst versteht; außerdem ist sie sowohl mir als anderen Personen, die ich in das Instrument sehen ließ, gleichmäßig erschienen. Zuweilen, wenn der Streifen ziemlich breit wird, erscheint er nach der Seite des Blau etwas röthlicher, und nach der Seite des Roth etwas bläulicher; doch schien mir dies sowohl an einer mangelhaften Vermischung beider Eindrücke, als vielmehr daran zu liegen, daß dann der Spiegel dem einzelnen Auge eine Fläche zeigt, deren Licht sich nach der einen Seite hin etwas abschwächt.

Es versteht sich, daß dieser Versuch mit jedem Farbenpaare den gleichen Erfolg zeigt; nur muß man nicht erwarten, aus einem lebhaften Gelb und einem gesättigten Blau ein schönes Grün zu erhalten, da das Gelb als eine sehr lichtvolle Farbe hier gerade so überwiegt, wie wenn man es auf dem Kreisel zu gleichen Theilen mit Blau vermischt.

Man kann diesen Versuch sowohl mit Papieren als mit farbigen Gläsern mehrfach abändern, doch ist es nicht nöthig andere Modificationen anzugeben, da er in der hier beschriebenen Weise vollkommen geeignet ist, auch mit solchen Personen angestellt zu werden, welche weder die Frage, um die es sich handelt, noch das Mittel kennen, durch welches hier die beabsichtigte Wirkung erreicht wird, und daher, frei von jeder vorgefaßten Meinung, einfach angeben, was sie sehen. Der Erfolg war bei mehreren Personen, mit denen ich ihn angestellt habe, stets der nämliche.

Wheatstone giebt an, daß das Stereoskop keine Vermischung zweier Farben, sondern die eine oder die andere zeige. Ich kann kaum glauben, daß ihm dieß noch so erscheinen sollte, wenn der Versuch in der hier angegebenen Weise angestellt wird. So weit meine Erfahrung reicht, erscheint hier sogar jener Wettstreit beider Augen so unbedeutend, daß er, wenn man nicht sehr grelle Farben nimmt, leicht ganz übersehen wird, begreiflich weil im Contraste zu den reinen Bestandtheilsfarben es natürlich weniger auffällt, wenn die Mischungsfarbe sich bald der einen, bald der anderen zuneigt. Es verleitet dieser Versuch eben so leicht jenen Wettstreit zu gering anzuschlagen, als der zuvor erwähnte mit zwei Gläsern eine Ueberschätzung desselben veranlaßt.

Folgender Versuch ist geeignet einen richtigeren Maassstab für die Stärke desselben zu geben. Man theile das rechte Blatt des Stereoskops schachbrettartig in zwei blaue und zwei rothe Felder, eben so das linke, und lege beide Blätter so, daß in zwei gegenüberliegenden Ecken Roth mit Roth, in den beiden anderen Blau mit Blau, in dem mittleren Streifen aber Blau mit Roth zur Deckung kommt, so besteht die eine (obere) Hälfte dieses Streifens aus Roth des einen und Blau des anderen Auges, die andere umgekehrt aus Blau des ersteren und Roth des letzteren Auges. Sind nun beide Blätter gleich stark beleuchtet, so sieht man diese beiden Hälften zwar immer Lila, aber nicht immer in gleicher Farbe, sondern

bald die eine, bald die andere mehr nach dem Roth oder dem Blau neigend. Dieser Versuch beweist zugleich, daß dieser Wechsel wirklich in einer ungleichen Thätigkeit beider Augen, und nicht etwa, einer anderen Hypothese zufolge, in einer wechselnden Empfindlichkeit des Sensoriums für die eine oder andere Farbe besteht. Uebrigens ist es sehr glaublich, daß dieser Wettstreit bei verschiedenen Personen, und auch wohl an demselben Individuum bei verschiedener Reizbarkeit der Augen in ungleichem Grade stattfindet.

Eben so finde ich auch, daß die beiden Augen nicht nur Farben, sondern auch wohl verschiedene Formen combiniren. Wenn im Stereoskop zwei Schriftzüge angebracht sind, der eine rechts, der andere links, so sehe ich nicht, wie Wheatstone, bald den einen durch den andern, bald diesen durch jenen verdrängt, sondern immer beide zugleich, nur bei dem unwillkürlichen Schwanken der Augenachsen bald auf, bald neben einander. Lege ich auf eine Seite ein weißes Blatt mit einem diagonalen Strich, welcher durch das ganze Gesichtsfeld geht, und auf die andere Seite ein gleiches Blatt mit einem Strich nach der anderen Diagonale, so zeigt das Instrument mir und mehreren anderen Personen, mit denen ich den Versuch angestellt habe, beide Linien sich kreuzend, eben so oder fast eben so, wie wenn beide auf ein Blatt gezeichnet sind, und nur an der ungleichen und etwas veränderlichen Intensität beider Striche, besonders im Durchschnittspunkte, oder, bei schwankenden Schaxen, an der Verschiebung des Durchschnittspunktes gegen die kleinen Unebenheiten des Papiers unterscheide ich die combinirte Figur von der auf ein Blatt gezeichneten. Bei Anwendung eines horizontalen und eines verticalen Strichs scheint mir der Wechsel beider Intensitäten auffallender.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß die Eindrücke beider Augen zwar von ungleicher und wechselnder Lebhaftigkeit sind, immer aber — so weit meine Erfahrung reicht — beide zugleich vorhanden sind, und stets zu ei-

nem ihrer Energie entsprechenden gemeinsamen Eindrücke combinirt werden.

B. Ueber die Einrichtung, vermöge deren das Gehör sehr verschiedene Tonhöhen wahrzunehmen fähig ist.

Die Leichtigkeit, mit welcher Membranen durch die Wellen eines Tones mit in Schwingung versetzt werden, hat auf die Ansicht geführt, daß das Trommelfell die Bestimmung habe, die Schallwellen vermöge dieser Eigenschaft in sich aufzunehmen und an die inneren Gehörtheile zu übertragen. Bei dieser ganz naturgemäßen Ansicht zeigt sich jedoch eine Schwierigkeit in folgendem Umstande.

Eine kleine, nicht zu schwach gespannte Membran, welche beim Anschlagen einen ziemlich klaren Ton giebt, wird zwar durch den Einklang dieses Tones in äußerst lebhaftes Mitschwingen versetzt, aber dieß wird sogleich sehr merklich schwächer, wenn man den erregenden Ton nur wenig, z. B. um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Ton, abändert, und verschwindet bei stärkerer Abänderung sehr bald ganz. Nur bei den Tönen der harmonischen Unterreihe (bei 2, 3, 4 Mal langsameren Schwingungen) pflegt die Bewegung der Membran wieder hervorzutreten, jedoch tönt sie dann nicht diesen tieferen, sondern ihren eigenen Ton. Wendet man nun dieß auf das Trommelfell an, so müßte man erwarten, daß unser Ohr einen bestimmten Ton sehr stark, und die Töne von da auf- und abwärts in so schnell abnehmender Stärke hören müsse, daß wir statt eines Umfangs von wenigstens 11 Octaven nur eine ganz kleine Scala haben würden. Zwar zeigen sich große und schwach gespannte Membranen für viele verschiedene Töne, ja, von einer mäßigen Tiefe aufwärts, für alle Abstufungen der Höhe mehr oder weniger empfindlich, weil unter den verschiedenen höheren Tönen, welche die Membran selbst je nach der Zahl und Lage der Knotenlinien geben kann, sich immer einer oder der andere findet, welcher dem erregenden mehr oder weniger nahe kommt; aber eben deshalb ist dieses Mitschwingen, welches den aufgestreuten Sand zu Resonanzfiguren

ordnet, nicht bei allen Tonabstufungen von gleicher Lebhaftigkeit, und kann zur Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung beim Gehör nicht benutzt werden, weil es bei der geringen Gröfse und ziemlich beträchtlichen Spannung des Trommelfells nur allenfalls bei ungemein hohen Tönen Anwendung finden, und auch hier eine sehr ungleichmäfsige Stärke der Wahrnehmung bedingen würde.

Ich habe bereits bei einer anderen Veranlassung auf diese Schwierigkeit hingewiesen, und erinnert, dafs man das Trommelfell nicht als Instrument für sich, sondern mit der Trommelhöhle, den Gehörknöchelchen u. s. w. zu einem gröfseren zusammengesetzten Instrument verbunden zu denken habe. Ich werde jetzt zeigen, dafs besonders die Verbindung, in welcher das Trommelfell durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthwasser steht, ganz geeignet ist, die Gleichmäfsigkeit seines Mitschwingens für einen grofsen Umfang von Tönen herzustellen. Diese Ansicht ist aus der Theorie hergeleitet, welche ich von dem Mittönen in diesen Annalen, Bd. LXII, S. 289, entwickelt habe, und welche zwar für einfachere Voraussetzungen gilt, als die hier vorliegenden sind, aber diesen doch nahe genug kommt, um hier zum Grunde gelegt zu werden.

Wird nämlich eine starre Fläche, welche, für sich schwingend, die Schwingungsmenge n hat, von einem Wellenzuge getroffen, dessen Schwingungsmenge m , dessen Amplitude a ist, und welcher von der Form $a \cos(mt + \tau)$ ist ¹⁾, so wird die Fläche in eine Bewegung versetzt, welche bald in einen Beharrungszustand übergeht, und dann durch $\alpha \cos(mt + \tau)$ ausgedrückt wird; ihre Schwingungen sind also dann den erregenden isochronisch; ihre Amplitude α wird bestimmt durch die Gleichung:

$$\alpha^2 = \frac{4b^2 a^2 m^2}{4b^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2},$$

wo b eine constante Zahl ist, die von der Beschaffenheit

1) Es genügt, diese Form in Betracht zu ziehen, da jede andere Wellenform auf eine Anzahl Glieder von dieser Form zurückgeführt werden kann.

des Mittels abhängt, in welchem die Schwingungen geschehen. Setzt man die Stärke des erregenden Tones, welche durch die lebendige Kraft $a^2 m^2$ gemessen wird, $=1$ und die des Mitschwingens $\alpha^2 m^2 = i$, so ist also:

$$i = \frac{4b^2 m^2}{4b^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2}.$$

Gränzt die Fläche auf der dem Wellenzuge zugewendeten Seite an Luft, dagegen auf der anderen Seite an ein anderes, stärker widerstehendes Mittel, z. B. Wasser, so ist im Nenner statt b ein anderer, gröfserer Werth zu setzen, wie sich aus der Herleitung jener Formel sehr leicht ergibt. Auch im Zähler ist statt b ein gröfserer Werth zu setzen, wenn i die lebendige Kraft derjenigen Wellen bezeichnen soll, die sich jetzt in dem dichteren Mittel fortpflanzen. Es wird also dann:

$$i = \frac{4b_1^2 m^2}{4b_1^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2},$$

wo b_1 desto gröfser ist, jemehr Widerstand das zweite Mittel leistet. In dieser Form sieht man sogleich, dafs der Einflufs, welchen die Höhe des erregenden Tones auf die Stärke des Mitschwingens hat, desto mehr zurücktritt, je gröfser b_1 ist. Ist nämlich b_1 sehr klein, so ist von den beiden Gliedern des Nenners in der Regel $(n^2 - m^2)^2$ überwiegend, aufser wenn n wenig von m verschieden ist, d. h. der erregende Ton dem eigenen Tone der Fläche sehr nahe kommt; darum wird in dieser Nähe i sehr grofs, nimmt aber bei einiger Aenderung des erregenden Tones sehr schnell ab. Ist hingegen b_1 sehr grofs, so kann $(m^2 - n^2)^2$, so lange es nicht zu grofs ist, gegen $4b_1^2 m^2$ vernachlässigt werden, so dafs für solche Töne, die nicht zu sehr von dem eigenen der Fläche verschieden sind, i angenähert

$= \frac{b_1^2}{b^2}$ wird, und für sehr viel höhere oder tiefere zwar merklich kleiner wird, aber doch nicht so verschieden, als diefs bei geringerem Widerstande der Fall seyn mufs.

Denkt man sich jetzt statt der starren Fläche das Trommelfell, und erwägt, dafs dasselbe sich mittelst der Gehör-

knöchelchen auf das ovale Fenster stützt und durch diese Verbindung in ein ähnliches Verhältniß gesetzt wird, als ob es nach innen unmittelbar an Wasser gränzte, so ergibt sich, daß es durch diese Verbindung eine viel größere Gleichmäßigkeit in der Aufnahme verschiedener Töne erlangen muß, als dies ohne dieselbe der Fall seyn würde. Ich halte daher diese Einrichtung für das Hauptmittel, wodurch unserem Ohre die Fähigkeit ertheilt wird, einen so großen Umfang von Tönen zu hören, während sich zugleich ergibt, daß Alles, was zur Fortpflanzung des Schalls vom Trommelfell an das Labyrinth beiträgt, ebenfalls als Widerstand auftreten, und daher in demselben Sinne mitwirken muß. Zugleich dient jene Einrichtung, das Eintreten des Beharrungszustandes, welches in dem Erlöschen eines mit dem Factor $e^{-b.t}$ behafteten Gliedes besteht, sehr zu beschleunigen, und ist daher geeignet die Auffassung sehr schnell wechselnder Gehörseindrücke bedeutend zu erhöhen. Auch kann sie wohl dem Trommelfell zum Schutze dienen, da dieses sonst bei einer gewissen Höhe viel stärker mitschwingen würde.

Wenn bei den bekannten Versuchen Wollaston's (*Phil. Trans.* 1820, II, p. 306) manche Personen Töne noch hörten, welche für andere bereits zu hoch waren, so kann dies so erklärt werden, daß bei den letzteren der akustische Apparat tiefer gestimmt (n kleiner), und daher i für hohe Töne kleiner war als bei den übrigen Personen, so wie umgekehrt bei ungewöhnlich starker Spannung des Trommelfells Taubheit für die tiefen Töne eintritt. Eben so erklärlich ist es, daß die Gränze nach der Höhe auch bei jenen Personen keine absolute ist, und durch Anwendung stärkerer Töne, wie bei Savart's Versuchen (*dies. Ann.* Bd. 20, S. 290), weiter hinaufrückt, da i zugleich der Stärke des erregenden Wellenzugs oder $a^2 m^2$ proportional ist.

Beim Gesichtssinne findet sich eine ähnliche Verschiedenheit in der Gränze der Wahrnehmung bei verschiedenen Organisationen, indem manche Personen das prisma-

tische Farbenbild nicht ganz bis zu seinem unteren Ende sehen, wie ich in dies. Ann. Bd. 42, S. 202, gezeigt habe. Obgleich ich dies nur bei Personen von sehr mangelhaftem Farbensinn beobachtet habe, so halte ich es doch nicht für unmöglich, daß etwas Aehnliches auch bei Solchen, die nicht auffallend an diesem Fehler leiden, vorkommen könne. Auch diese Verschiedenheit kann auf eine ähnliche Auffassung zurückgeführt werden, nicht nur wenn man sie auf eine ungleiche Resonanzfähigkeit der Netzhaut bezieht (vergl. dies. Ann. Bd. 62, S. 571), sondern auch wohl dann, wenn man sie aus einer Absorption gewisser Strahlen in den Flüssigkeiten des Auges erklären will, indem auch eine solche Absorption, wie überhaupt die Natur farbiger Mittel die Hypothese zuläßt, daß es sich damit ähnlich verhalte, wie mit der Fortpflanzung eines Wellenzugs durch eine schwingungsfähige Platte. Doch ist hier nicht der geeignete Ort, diese Hypothese weiter auszuführen.

C. Ueber die Fähigkeit des Gehörs, sehr kleine Unterschiede der Tonhöhe zu erkennen.

Ich schliesse hier eine vor mehreren Jahren gemachte Erfahrung an ¹⁾. Ich habe nämlich, als ich mich beschäftigte, die Töne mehrerer Stimmgabeln nach dem Monochord zu bestimmen, Gelegenheit gehabt, zu bemerken, wie kleine Unterschiede in der Höhe der Töne dem Ohre noch bemerkbar werden können. Ich hatte nämlich eine gewogene Stahlsaite, welche über einen festen und einen beweglichen Steg lief, mit einem bekannten Gewichte gespannt; der bewegliche Steg wurde gerückt, bis mir die Saite mit der Stimmgabel, wenn ich beide nach einander hörte, im Einklange erschien, und dann die Länge der Saite zwischen den beiden Stegen gemessen. Ich hatte, um diese Länge genauer zu erhalten, nach jeder Messung den Steg von der Stelle gerückt und dann aufs Neue nach dem Gehör eingestellt, um auf diese Weise den Mittelwerth aus zehn bis zwanzig einzelnen Messungen zu nehmen. Bei der Ver-

1) Programm der technischen Bildungsanstalt zu Dresden, 1843.

gleichung der gefundenen Zahlen fiel es mir auf, wie nahe die einzelnen Messungen mit einander stimmten, indem z. B. bei einer Länge der ganzen Saite von $12\frac{3}{4}$ Zoll die einzelnen Messungen nicht über 0,015 Zoll, also nur ein $\frac{1}{800}$ der ganzen Länge von dem Mittelwerthe differirten. Da nun bei Saiten die Zahl der Schwingungen der Länge umgekehrt proportional ist, so differirten die einzelnen Bestimmungen von dem Mittelwerthe nicht um mehr als *eine* Schwingung auf 850 Schwingungen. Ich habe dies nicht etwa bei *einer* Versuchsreihe, sondern bei einer ziemlichen Anzahl solcher Messungen an verschiedenen Gabeln so gefunden, ja es waren sogar bei den mit der meisten Sorgfalt angestellten Versuchen die Differenzen meist noch bedeutend kleiner, so daß ich die Fähigkeit meines Gehörs, kleine Unterschiede der Töne zu erkennen, recht wohl zu ungefähr $\frac{1}{1000}$ (*eine* Schwingung auf 1000) rechnen zu können glaubte.

Daß ich demselben hierin nicht zu viel zugetraut hatte, davon erhielt ich später einen Beweis. Ich hatte zufällig zwei Gabeln, welche fast genau im Einklange standen ¹⁾, doch konnte ich, wenn ich beide nach einander tönen liefs, bemerken, daß die eine um eine Spur tiefer war. Dies bestätigte sich, als ich die Töne beider sehr genau nach dem Monochord bestimmte. Um aber den Unterschied ihrer Höhe in möglichster Schärfe zu erhalten, beobachtete ich die Stöße, welche sie hören liefsen, wenn sie zugleich tönten; diese Stöße erfolgten sehr langsam, je einer in $2\frac{3}{4}$ Secunden, woraus zu schliessen ist, daß sie in $2\frac{3}{4}$ Secunden um *eine* Schwingung differirten. Da nun in dieser Zeit die erstere Gabel 1209 Schwingungen macht, so verhalten sich beide Schwingungszahlen wie 1209 : 1210, und es wurde dieses kleine Intervall noch eben vom völligen Einklange unterschieden. Es braucht nicht erinnert zu werden, daß diese Unterscheidung schon ein wohlgeübtes Ohr verlangt;

1) Man kann zwei Stimmgabeln von ungefähr gleicher Höhe leicht auf jeden Grad von Uebereinstimmung bringen, wenn man etwas Wachs an die Enden der einen klebt.

allein obgleich ich Grund habe, meinem Gehöre nach dieser Seite hin ziemlich viel Schärfe zuzutrauen, so kann ich doch nicht bezweifeln, daß das Ohr eines Stimmers, eines Violinspielers u. s. f. darin noch weiter zu gehen vermag. Zwei vorzügliche Violinspieler, denen ich eben jene beide Gabeln vorlegte, waren nicht im mindesten zweifelhaft, welche von denselben die höhere sey. Daß in diesem Falle die beiden Töne dem Klange nach gleich waren, mag wohl zur genaueren Unterscheidung ihrer Höhe günstig seyn; auch ist vielleicht nicht in allen Höhen ganz dieselbe Schärfe zu erreichen.

Mir sind nur zwei Angaben über diesen Gegenstand bekannt, indem die Bestimmung sehr kleiner Unterschiede mittelst der Stöße natürlich nicht als eine solche unmittelbare Unterscheidung der Tonhöhe gerechnet werden darf. W. Weber (diese Ann. Bd. 14, S. 398) bemerkt gelegentlich, daß das Ohr unter günstigen Umständen unmittelbar (d. h. ohne Hülfe der Stöße und ohne Mittelwerthe zu nehmen) die Töne so genau zu bestimmen vermag, daß der Fehler auf 200 Schwingungen nie mehr als *eine* Schwingung beträgt. Delezenne, nach einer Notiz, die ich nur aus Fechner's Repertorium der Physik, Bd. 1, S. 341, kenne, fand, daß das Ohr eines Künstlers ein Intervall von $\frac{1}{4}$ Komma, $(\frac{81}{80})^{\frac{1}{4}}$, d. i. ungefähr *eine* Schwingung auf 320, beim Einklange zu unterscheiden vermöge, und das Ohr eines Dilettanten nur $\frac{1}{2}$ Komma. Nach der so eben von mir mitgetheilten Erfahrung darf ich behaupten, daß sowohl mein Ohr, als das anderer Personen von wohlgeübtem Gehöre eine Differenz von *einer* Schwingung auf 1200 Schwingungen, also ein Intervall von $\frac{1}{12}$ des (syn-tonischen) Kommas noch zu bemerken im Stande ist.

Für andere Intervalle habe ich keine Versuche angestellt. Im Allgemeinen darf man hier wohl eine geringere Fähigkeit, kleine Fehler der Stimmung zu erkennen, vermuthen, wobei natürlich die Uebung einen großen Einfluß haben muß. So muß das Ohr eines Violinspielers für die Stimmung der Quinte höchst geübt seyn. Delezenne
gibt

giebt für die Octave $\frac{1}{3}$ und für die Quinte $\frac{1}{100}$ Komma für das Ohr eines Künstlers an. Danach wäre die Unterscheidung bei der Quinte vollkommener als bei der Octave, und sogar vollkommener als er sie beim Einklange fand, dagegen kaum halb so groß, als ich sie beim Einklange hatte.

Erwägt man, daß eine gleichschwebende Quinte von einer reinen nur um ungefähr $\frac{1}{11}$ Komma differirt, so hat man an diesen Angaben ungefähr einen Maafsstab für den Werth, welcher von practischer Seite auf die Temperaturberechnungen zu legen ist.

II. *Nachtrag zu den Erläuterungen über N. Savart's Versuche, die Zurückwerfung des Schalles betreffend; von August Seebeck.*

Als ich N. Savart's letzte Versuche über die Zurückwerfung des Schalles in diesen Ann. Bd. 67, S. 143, beleuchtete, in der Absicht zu zeigen, daß dieselben durch eine Interferenz der directen Wellen mit den zurückgeworfenen genügend erklärt werden, habe ich mir die Erörterung eines Punktes vorbehalten, weil er die Prüfung einer physiologischen Vorfrage nöthig machte. Nachdem ich nunmehr diese Frage in dem vorhergehenden Aufsätze unter A. zur Erledigung gebracht habe, will ich auf diesen Gegenstand zurückkommen, um die Ansicht, welche ich damals nur als Vermuthung aussprechen konnte, zu begründen.

Es handelt sich nämlich um die Frage: bei welchem Abstände des Kopfs von der Wand werden die Knoten und Bäuche erscheinen, wenn beide Ohren offen sind, das eine dem tönenden Körper, das andere der Wand zugekehrt? Savart hat gefunden, daß dann die Knoten erscheinen, wenn die Mittelebene des Kopfs 1, 2, 3 ... Halbwellen (*ondes*) von der Wand entfernt ist. Nach der von mir

vertheidigten Interferenztheorie würde das Resultat im Allgemeinen verschieden ausfallen, je nachdem von den drei im vorhergehenden Aufsatze A., unter I, II und III unterschiedenen Annahmen die eine oder die andere gemacht wird. Nachdem ich nachgewiesen habe, daß die letzte gelten muß, werde ich zeigen, daß die von Savart beobachtete Lage der Knoten der Interferenztheorie gemäß ist, wenigstens für Wellenlängen, welche zwischen gewissen Gränzen liegen.

Ich will annehmen, das rechte Ohr sey dem tönenden Körper, das linke der Wand zugekehrt. Die Wellenlänge des Tones sey λ , und derselbe von der Form

$$a \cos 2\pi \left(\frac{ct}{\lambda} + \tau \right),$$

wo c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles und τ einen constanten Zeitwerth bezeichnet. Diese Form darf bei den von Savart gebrauchten Tönen vorausgesetzt werden. Rechnet man die Zeit von einem der Momente an, wo dieser Werth für die directe Welle am rechten Ohre

am größten ist, so wird hier die Schwingung durch $a \cos 2\pi \frac{ct}{\lambda}$ ausgedrückt. Zum linken Ohre gelangt die directe Welle auf doppeltem Wege, erstens nämlich durch die Luft, indem die Schallstrahlen, welche bis zur Mittelebene des Kopfs gerade fortgegangen sind, von hier an umgebogen werden. Bezeichnet man mit d die Entfernung von Ohr zu Ohr, welche 0^m,16 beträgt, noch vermehrt um den durch jene Biegung erzeugten Umweg, den ich früher = 0^m,09 angeschlagen habe, so ist der Weg zum linken Ohre um d oder ungefähr $\frac{1}{4}$ Meter weiter, als zum rechten, und es wird daher die Schwingung im linken Ohre ausgedrückt durch $-k a \cos 2\pi \frac{ct - d}{\lambda}$, wo das Minuszeichen von der verän-

derten Schwingungsrichtung der umgebogenen Strahlen herrührt und k eine positive Zahl ist, welche die beim Umbiegen erzeugte Schwächung des Schalles ausdrückt. Dazu kommt aber zweitens die Bewegung, welche sich durch die

festen Theile des Kopfs von der rechten Seite her zum linken Ohr fortpflanzt. Ist $\frac{e}{\lambda}$ das Verhältniß der Länge dieses Wegs zur Wellenlänge, wenn letztere nicht auf Luft, sondern auf die feste Knochensubstanz bezogen wird, so ist $\frac{e}{\lambda}$ eine sehr kleine Gröfse für alle die Tönhöhen, welche hier in Betracht kommen, und es wird dieser zweite Theil der Welle im linken Ohr durch $i \cos 2\pi \frac{ct-e}{\lambda}$ ausgedrückt, wo i die Schwächung bezeichnet, welche der Schall auf diesem zweiten Wege erleidet. Nimmt man nun diese beiden Wellen des linken Ohres zusammen, so kann man

$$-ka \cos 2\pi \frac{ct-d}{\lambda} + ia \cos 2\pi \frac{ct-e}{\lambda} = -pa \cos 2\pi \frac{ct-d}{\lambda}$$

setzen, wo:

$$p = \sqrt{k^2 + i^2 - 2ik \cos 2\pi \frac{d-e}{\lambda}}$$

und:

$$\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = \frac{k \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} - i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}}{p}$$

Was nun ferner die zurückgeworfene Welle betrifft, so wird diese für das linke Ohr durch $-qa \cos 2\pi \frac{ct-l}{\lambda}$,

für das rechte durch $+qa \cos 2\pi \frac{ct-l-\delta}{\lambda}$ dargestellt, wo

der Factor $-q$ die bei der Zurückwerfung erlittene Schwächung und Umkehrung des Zeichens ausdrückt, und l die Entfernung der Mittelebene des Kopfs von der Wand ist. Statt l würde genauer $\sqrt{l^2 + r^2}$ zu setzen seyn, wenn r den mittleren Halbmesser des Kopfprofils bezeichnet, doch kann dafür in hinreichender Annäherung l gesetzt werden, so lange der Kopf der Wand nicht zu nahe ist.

Addirt man nun für jedes Ohr die Antheile, welche von der directen und von der zurückgeworfenen Welle herrühren, so erhält man im rechten $a_1 \cos 2\pi \left(\frac{ct}{\lambda} + \tau_1 \right)$, im

linken $a_{\text{u}} \cos 2\pi \left(\frac{ct}{\lambda} + \tau_{\text{u}} \right)$, wo auf τ , und τ_{u} für den vorliegenden Zweck nichts ankommt, a , und a_{u} aber bestimmt sind durch die Gleichungen:

$$a_{\text{t}}^2 = a^2 \left[1 + p^2 q^2 + 2pq \cos 2\pi \frac{2l + \delta}{\lambda} \right]$$

$$a_{\text{u}}^2 = a^2 \left[p^2 + q^2 + 2pq \cos 2\pi \frac{2l - \delta}{\lambda} \right].$$

Diese Größen geben die Intensitäten der beiden Gehöreindrücke an, da diese durch die lebendigen Kräfte oder die Quadrate der Amplituden zu messen sind. Diese beiden Intensitäten sind im Allgemeinen ungleich, und es wird anzunehmen seyn, daß man, wenn mit beiden Ohren zugleich beobachtet wird, den Knoten da rechnen werde, wo die Summe beider Werthe am kleinsten ist. Diese Summe ist:

$$a_{\text{t}}^2 + a_{\text{u}}^2 = a^2 \left[1 + p^2 q^2 + p^2 + q^2 + 4pq \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} \right].$$

Setzt man diesen Ausdruck unter die Form:

$$a^2 \left[(1 - pq)^2 + (p - q)^2 + 4pq \left(1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} \right) \right],$$

so besteht der Werth in der Klammer [] aus drei positiven Größen, von denen die beiden ersten constant sind; er wird daher ein Minimum, wenn $1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{2l}{\lambda}$ am kleinsten wird. Wäre $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ positiv, so würde dieß Minimum eintreten, wenn $\cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} = -1$, d. h. $l = \frac{1}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}\lambda$, $\frac{5}{4}\lambda$ wird; ist hingegen $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ, so tritt das Minimum ein, wenn $\cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} = +1$, d. h. wenn $l = \frac{1}{2}\lambda$, $\frac{3}{2}\lambda$, $\frac{5}{2}\lambda$ wird. Das letztere entspricht der Lage der Knoten, welche Savart gefunden hat. Es kommt also darauf an zu wissen, ob wirklich $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ sey. Es war:

$$\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = \frac{k \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} - i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}}{p},$$

wo k , i und p positive Gröſſen ſind. Es iſt $i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}$ ſtets poſitiv mit Ausnahme von ungewöhnlich hohen Tönen, und kann ſogar für mäßige Höhen, wo $\frac{e}{\lambda}$ ſehr klein iſt, angenähert $= i$ geſetzt werden. Der obige Ausdruck iſt nun negativ, ſo lange $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda} < \frac{i}{k} \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}$ oder angenähert $< \frac{i}{k}$, alſo jedenfalls, welchen Werth auch i haben möge, ſo lange $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda}$ ſelbſt negativ iſt, oder λ zwiſchen $4d$ und $\frac{4}{3}d$, d. i. ungefähr zwiſchen 1 Meter und $\frac{1}{3}$ Meter liegt. Aber dieſe Gränzen, welche für $i=0$ gelten würden, erweitern ſich, wenn i nicht verſchwindend klein gegen k iſt, in ſolchem Maafſe, daſs, wenn $i=k$ oder $> k$ wäre, $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ ſtets negativ ſeyn würde von den tiefſten Tönen an bis zu einer ſehr bedeutenden Höhe. Welchen Werth $\frac{i}{k}$ haben möge, iſt nicht bekannt, da aber aus dem in der vorhergehenden Abhandlung beſprochenen Stimmungabelverſuche hervorgeht, daſs i nicht ganz unbedeutend iſt, ſo darf man annehmen, daſs die Gränzen von λ , zwiſchen denen $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ iſt, beträchtlich weiter ſind als die für $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda}$ angegebenen, und es iſt wahrſcheinlich, daſs die Wellenlängen, mit denen Savart experimentirt hat, jene Gränzen nicht überſchritten haben. In dieſem Falle aber iſt es, wie ich gezeigt habe, ganz in der Ordnung, daſs er bei der erwähnten Art der Beobachtung die Knoten dann antraf, wenn die Mittelebene des Kopfs 1, 2, 3 . . . Halbwellen von der Wand ſtand, und es iſt alſo

auch dieser Theil seiner Beobachtungen mit der von mir vertheidigten Erklärung in hinreichende Uebereinstimmung gebracht. Zugleich sieht man, daß diese Art der Beobachtung nicht für alle Wellenlängen gleich günstig seyn werde, sondern am günstigsten für solche, wo $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ nahe $= -1$ kommt.

III. *Magnetische Inclinationen.*

Auf seiner Reise nach dem Reiche Schoa in Afrika, in den Jahren 1842 bis 1845, hat Hr. Rochet d'Héricourt folgende Inclinationen beobachtet:

Marseille	63°	5',0
Malta	53	2,4
Alexandrien	43	35,5
Cairo	41	39,0
Denderah	35	8,1
Kosseir	34	33,1
Djedda	25	11,7
Mokka	6	25,6
Ambabo	2	39,8
Gaubade	1	18,4
Angolola	0	28,0
Angobar	1	5,9

(*Compt. rend. T. XXI, p. 885.*)

IV. *Ueber den Periklin, als Varietät des Albits;*
von W. Haidinger.

In Mohs Grundriss der Mineralogie, Bd. II, S. 294, ist ein „Feldspath von der Saualpe in Kärnthen und vom St. Gotthardt“ von dem Adular, Albit, Labrador als eine wahrscheinlich eigene Species getrennt, und für sich aufgeführt.

Die Beobachtungen an den Feldspäthen, dem Adular, Albit, Labrador, und den Varietäten von der Saualpe und dem St. Gotthardt, und denen von Baveno, welche in jenem Werke enthalten sind, hatte ich im März und April 1822 angestellt, eben vor einer längeren Reise, zu der mich Hr. Graf A. Breunner eingeladen hatte. Ich kehrte erst im Winter nach Freiberg zurück. Das zweite Stück für 1823 von Poggendorff's Annalen enthält Gustav Rose's meisterhafte Arbeit über den Feldspath, Albit, Labrador und Anorthit. Das erste was von meinen Beobachtungen, jene charakteristischen einspringenden Winkel der Zwillinge, bekannt gemacht wurde, findet sich in jenem „Briefe“ von Mohs an Jameson, den der VII. Band von Schweigger's Jahrbuch für 1823, S. 216, enthält. Wenn ich diese Daten nun nach mehr als zwanzig Jahren zum ersten Male zusammenstelle, so darf ich doch wohl dabei erinnern, dafs ich nicht etwa gegen meinen lieben Freund Gustav Rose eine Priorität in Anspruch nehmen wolle, weil ich am Albit, Labrador und Periklin das anorthische Krystallsystem erkannte, und die Winkel maafs, bevor ich von seinen Arbeiten Kenntnifs erhielt; aber ich halte der Mittheilung einer neuen Ansicht wegen die Geschichte des Periklins für nothwendig, und da dürfte es mir doch nicht verargt werden, wenn ich, die eine Hälfte von Göthe's Spruch:

„Brave frenes sich der That“

im Sinne, dasjenige einfach erwähne, was ich sonst absichtlich verstecken müßte. Doch beschränkte sich meine Un-

tersuchung auch, getreu den Ansichten meines Lehrers Mohs, streng auf die Formverhältnisse und auf diejenigen Verhältnisse der Materie, welche das Individuum während der Untersuchung unverändert lassen, also auf die von Mohs als eigentlich naturhistorisch betrachteten. Aber man kennt das Individuum in allen seinen Beziehungen erst vollständig durch die vollendete chemische Untersuchung; Gustav Rose vollendete also auch für mich, was ich nur begonnen hatte.

Breithaupt setzte die Untersuchungen fort, machte Winkelmessungen, gab den Varietäten von der Saualpe und vom St. Gotthardt den Namen Periklin, und betrachtete sie als eigene Species (Vollständige Charakteristik, I. Auflage, S. 273; III. Auflage, S. 157). Gustav Rose hat sie nie als eigenthümliche Species anerkannt (Pogg. Annal. 1837, Bd. 42, S. 575). Insbesondere Thaulow's Analyse des Periklins vom St. Gotthardt, welche von einatomigen Basen 11,47 Proc. Natron und 0,2 Proc. Kalkerde, ohne eine Spur von Kali, nachwies, gaben ein großes Gewicht für diese Ansicht. Dagegen fand man so constant das eigenthümliche Gewicht des Albits über 2,6, das des Periklins unter 2,6, wobei ersterem die höheren, letzterem die niedrigeren Durchsichtigkeitsgrade zukamen, daß man doch immer nicht mit Beruhigung den Gegenstand als abgethan betrachten konnte. Doch hat auch hier Gustav Rose gefunden, daß größere Krystalle, die ein spezifisches Gewicht von 2,437 gaben, als er sie gröblich zerrieb, ein Gewicht von 2,637 bis 2,645 zeigten. Die Porosität, welcher diese Unterschiede zugeschrieben werden, ist manchmal recht auffallend. Ich besitze einen Krystall voll Höhlungen, ähnlich in dieser Beziehung dem Ansehen der bekannten Salpeterkrystalle.

Die Idee des Metamorphismus hilft vielleicht noch etwas weiter in der Betrachtung der Verhältnisse.

Es giebt regelmässige Gruppierungen von Albit und Adular, eben so auch von Periklin und Adular. Ich habe in Allan's Sammlung in Edinburgh Feldspathkrystalle von

Baveno gesehen, die auf den Flächen M , T und I , Fig. 4, Taf. III, also dem Prisma $\propto A$ und der Längsfläche $\propto \tilde{D}$ in möglichst paralleler Lage, die M -Flächen vollkommen parallel mit einer Schale von Albit überzogen waren. Die Basis P , das Querhemidom $-\frac{\tilde{H}}{2}$ oder x waren rein geblieben, aber von einem überstehenden Albitrande eingefasst. Der Albit war graulichweiss und halbdurchsichtig, der Feldspath gelblichweiss, fast undurchsichtig. Auch in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet in Wien sind ähnliche Krystalle. Der Granit des Blockes, worauf die Statue Peters des Grossen in St. Petersburg steht, auch der finnländische Rapakivi enthalten Feldspathkrystalle von einer Albitrinde (wenn es nicht etwa Oligoklas ist) überzogen, doch eingewachsen und unregelmässig begrenzt.

Vorzüglich schön sind diese regelmässigen Verwachsungen des Albits und Adulars vom Cavalierberg und anderen Localitäten in der Nähe von Hirschberg in Schlesien bekannt. Die Adularkrystalle, oft mehrere Zoll gross, fleischroth, zum Theil mit einer dunkel bräunlichrothen Oberfläche, nahe undurchsichtig, tragen einzeln vorragende, weit durchsichtigere Albitkrystalle, wenn auch diese selbst zuweilen bräunlichroth gefärbt sind, zum Theil wie ausgeschwitzte Tropfen, aber auch in dicken Häuten auf den Seitenflächen des Prisma's $\propto A$ von $118^{\circ} 49'$. Die übrigen Flächen sind meistens rein. Versucht man aber das Bild eines leuchtenden Punktes, zum Beispiel ein Kerzenlicht auf der Basis P , dem o der Krystallreihe, aufzufangen, so gewahrt man nebst dem centralen Hauptbild noch zwei andere schwache Zurückwerfungen, von den durch den ganzen Adularkrystall hindurch zahlreich zerstreuten, einzeln kaum unterscheidbaren Albittheilchen, mit denen er durch und durch fast gleichförmig gemengt ist, in beiden Lagen der bekannten, parallel der Fläche M oder $\propto \tilde{D}$ zusammengesetzten Albitzwillinge.

Das Pfitschthal in Tyrol hat unlängst Perikline geliefert, die gerade entgegengesetzt den eben beschriebenen Bei-

spielen auf eine sehr sonderbare Art mit Adularkrystallen besetzt sind. Die Stellung ist möglichst parallel. Vorzüglich längs der Endkante zwischen der Basis P und α , aber auch seitwärts stehen kleine einzelne Krystalle von

Adular, Fig. 5, Taf. III, von der Combination $o - \frac{H}{2} \propto A$,

also den Flächen P und α mit dem rhombischen Prisma von $118^\circ 49'$, ohne die der Theilbarkeit parallele Längsfläche M . Sie stehen an manchen Stücken reihenweise entlang der ganzen Kante. Der gelblichweiße Periklin hat die gewöhnliche email- oder elfenbeinartige Undurchsichtigkeit, der Adular ist beinahe durchsichtig und graulichweiß. Mehrere Stücke davon sind im k. k. Montanistischen Museo.

Von den gewöhnlichen, zwischen M und M flachen Albitkrystallen war in Allan's Sammlung ein Stück auf den M -Flächen dicht mit parallelen kleinen Adularkrystallen besetzt, Fig. 6, die jedoch äußerlich statt dieser M -Fläche selbst eine scharfe Kante hatten, wie in der Figur. Beide waren, so viel ich mich erinnere, halbdurchsichtig, graulichweiß. Von der Localität habe ich leider keine Angabe verzeichnet.

Die Bildung dieser sonderbaren parallelen Gruppierungen gewinnt einen Anschein von Natürlichkeit, man glaubt „die Erscheinung zu verstehen“ (*Kosmos*, p. 68), wenn man annimmt, daß sich eine der beiden Species, Adular oder Albit, das heißt Kalifeldspath oder Natronfeldspath, zuerst allein und fertig gebildet habe, während einer einzigen gleichförmigen Krystallisationsepoche, aber unter Verhältnissen, daß die vorwaltende Species zugleich Theile der in geringerer Menge gegenwärtigen mit in ihre eigene fremdartige Form zwang, so wie etwa der augitische Eisenvitriol den anorthischen Kupfervitriol und den orthotypen Zinkvitriol in seine schiefen Prismen hineinzieht. War der Krystall erst gebildet und starr geworden, dann zog sich bei übrigens günstigen, aber veränderten Umständen die fremdartige Mischung zwischen den Blättern desselben wieder heraus, überwand die unnatürliche Spannung und ordnete sich in den ihr eigenthümlichen Formen. Die Mehrheit behielt die Mitte und den Zusammenhang.

Der Periklin von der Saualpe, und der vom Zillerthale kommt mit krystallisirtem Amphibol und Epidot auf einem Gange in Amphibolschiefer vor; im Pfitschthal und an anderen Orten erscheint er auf Gängen in Chloritschiefer, dem oft etwas Epidot beigemengt ist. Vielleicht war die Gegenwart des Kali bei der Bildung auch die Ursache der eigenthümlichen Form, indem der Albit rein, vorzüglich geru in flachen, zwischen M und M zusammengedrückten Krystallen vorkommt. Auch die Zwillingbildung des Albits erfolgt meistens parallel M , die des Periklins vorzugsweise parallel P . Die dem Periklin eigene Zwillingbildung parallel P , von Kayser in Poggendorff's Annal. Bd. 34, 1835, genauer gedeutet, als in der ersten von mir gegebenen Skizze der Erscheinung in Mohs's Grundriss, Bd. 2, S. 295, kommt auch an dem Kieselspath von Chesterfield in Massachusetts vor. Die weniger durchsichtige Masse von geringerem eigenthümlichen Gewicht, am Ende ganz reiner Natronfeldspath bleibt übrig, der Adulargehalt setzt sich an der Oberfläche ab, oder wird hinweggeführt, etwa zur Bildung neuer Krystalle im Inneren des Gebirgsgesteines verwendet.

War der Adulargehalt vorwaltend, so erscheinen Krystalle, bei denen P senkrecht auf M steht. Der gemeine Feldspath von Baveno enthält, nach Abich (Rammelsb. S. 233; Poggend. Ann. 1840, Bd. 50, S. 125, 341), noch 14,17 Kali und 1,44 Natron. Das allmälige Ausscheiden des Natronfeldspaths, mag er auf der Oberfläche abgelagert oder ganz entfernt werden, läßt auch hier einen Rückstand, der, von einem besonderen emailartigen Ansehen, ein geringes spec. Gewicht zeigt, in ganzen Stücken bis zwischen 2,39 und 2,45 hinab, das Veranlassung gab, bei dieser Varietät die Existenz einer eigenen Species zu erwarten. Im Bruche zeigt derselbe manchmal ein eigenthümliches zelliges Ansehen, voll Höhlungen, die Wände der Zellen den Flächen P und M parallel.

Der Periklin und der Bavenoer Feldspath zeigen sich in gänzlich gleichen Verhältnissen zu Albit und Adular, wie poröse Rückstände früherer, bei abweichender elektro-

chemischer Spannung vollendeter Krystallisation gegen die klaren Producte der gegenseitigen Anziehung der Materie, die sich noch in demjenigen Zustande befinden, in welchem sich die Kräfte ausgeglichen haben. Der Periklin ist unzweifelhaft Albit, eben so gut als der Bavenoer Feldspath Adular. So wie in den Graden der Durchsichtigkeit und des eigenthümlichen Gewichts findet sich noch ein Unterschied in der Beschaffenheit der Theilungsflächen, die bei jenen Rückständen offener, leichter zu erhalten sind, wenn sie auch geringere Grade des Glanzes besitzen.

Man kann Varietäten wie die Feldspäthe von Baveno, die vielleicht einst bedeutendere Grade von Durchsichtigkeit besaßen, nicht als *verwittert* betrachten, auch nicht als *Pseudomorphosen*, wenn sie auch einen Theil der früher gemeinschaftlich krystallisirten Masse verloren haben. Sie können nur unmittelbar dem Adular als *Varietät* beigezählt werden. Von der ursprünglichen Bildung an, stellen sie einen katogenen Fortschritt dar, bei dem am Ende keine andere einatomige Basis, als das Kali, zurückbleibt, oder die Species des Adulars.

In den Mourne-Gebirgen in Irland, in Elba, kommen ganz den Bavenoern in den geringen Durchsichtigkeitsgraden ähnliche Feldspathe vor. Die von Hirschberg wurden oben erwähnt. Doch ich beabsichtige hier nicht den Gegenstand mehr als nur anzudeuten. Eine größere Arbeit, Vergleichung vieler Varietäten, wird zwar ohne Zweifel interessante und wichtige Aufschlüsse gewähren. Es reiht sich dabei für den Adular die symmetrische Anordnung des Quarzes und zuweilen des Glimmers im Schriftgranit an. Aus dem Reiche des Albits würde man bald in das des Oligoklases, denn auch dieser kommt unter anderen zu Arendal in paralleler Stellung mit fleischrothem Adular vor, des Labradors und anderer Feldspathspecies gerathen, und damit in das metamorphische Studium der Granite und so mancher anderen körnigen Gebirgsgesteine. Das ist so viel an mineralogischen, geognostischen und chemischen Forschungen, daß es noch eine gute Weile nicht erschöpft

werden wird, daher auch die vorhergehenden Betrachtungen, durch einige Beobachtungen des Zusammenvorkommens von hierher gehörigen Mineralspecies veranlaßt, als ein kleines Bruchstück der erforderlichen Reihen von Thatfachen und Schlüssen gelten mögen, von denen wir so viele in den nahe bevorstehenden Mittheilungen der Arbeiten über den Granit von meinem verehrten Freunde Gustav Rose erwarten.

Eine Bemerkung des letzteren Forschers kann ich mich indessen schon hier nicht enthalten in's Gedächtniß zu rufen: »Ja es wird mir sogar bei fortgesetzter Untersuchung der Gebirgsarten sehr wahrscheinlich, daß der Albit nie einen Gemengtheil der Gebirgsarten bildet, sondern sich immer nur in Gängen oder Drusenräumen finde.« Poggen-dorff's Ann. 1845, Bd. 66, S. 109. Dieses Resultat lang-jähriger aufmérksamer Beobachtung ist besonders wichtig, wenn man es mit den Gemengtheilen des eigentlichen wahren Granits, Quarz, weißen zweiaxigen Glimmer und Adu-lar zusammenhält, welcher letztere in dem Fortgange der Metamorphose von allen Feldspathen allein zurückbleibt.

Wo ursprüngliche Bestimmungen von G. Rose vor-liegen, da kann man sich wohl mit ziemlicher Beruhigung anschließen. Wenn dieß von mir beim Periklin nicht frü-her geschah, so lag der leicht zu entschuldigende Grund darin, daß meine eigenen Untersuchungen und Ansichten die frühere Trennung veranlaßten. Aber die im Vorher-gehenden berührten Verhältnisse, glaube ich, vermehren nun noch die Uebereinstimmung, auf welche G. Rose hinge-wiesen hat.

V. *Der rothe Glaskopf, eine Pseudomorphose nach braunem; nebst Bemerkungen über das Vorkommen der wichtigsten eisenhaltigen Mineral-species in der Natur;*

von W. Haidinger.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Abhandlungen der Königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. Bd. 4.)

Die unverkennbare Aehnlichkeit der nachahmenden Gestalten in den rothen und braunen, mit dem uralten Ausdrucke »Glaskopf« bezeichneten Varietäten von Eisensteinen war die vorzüglichste Veranlassung, daß sie Mohs zu einem Geschlechte, dem der Eisenerze, in seinem früheren naturhistorischen Systeme vereinigte. Er hat sie später wieder getrennt, der rothe Glaskopf blieb mit dem rhomboëdrischen Eisenerze als Species vereinigt in dem Eisenerzgeschlechte, für den braunen Glaskopf nebst den zunächst damit verbundenen Varietäten wurde das Habronemerzgeschlecht aufgestellt.

Allerdings sind die mit dem rothen Glaskopf durch Uebergänge in Verbindung zu bringenden Varietäten, die Eisenglimmer, die Eisenglanze, nur wenig ähnlich dem Nadeleisenerz, den eigentlichen krystallinischen Varietäten, die mit den braunen Glasköpfen zusammenhängen. Der Uebergang der faserigen Rotheisensteine zu den metallisch glänzenden wird vorzüglich durch diejenigen Varietäten vermittelt, welche, wie die bekannten von Tilkerode am Harz, die nierförmige Gestalt der ersteren, aber den Metallglanz der letzteren besitzen.

Vor langer Zeit wurden die brasilianischen Octaëder, in Eisenglimmerschiefer oder schiefrigen Eisenglanz eingewachsen, nach Europa gebracht. Ich zählte sie ¹⁾ zum Eisenglanze als Pseudomorphose nach Magneteisenstein, ich glaube nicht

1) *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, 1827.

mit Unrecht, da nicht nur an anderen Orten, z. B. am Vesuv, sich Beispiele fanden, wo noch die Lage der Individuen des Eisenglanzes von jeder Fläche des Octaëders aus sich verfolgen liefs, sondern auch so manche Eigenthümlichkeiten der Magneteisensteine sich wiederfanden; so die den Octaëderflächen parallelen Krystallschalen, während im Inneren nur, nebst dem rothen Strich, sich eine feinkörnige Zusammensetzung erkennen läfst. Breithaupt gab ihnen den Namen *Martit*, sie als eigene Species betrachtend. Man war dadurch geleitet eine Dimorphie des Eisenoxyds anzunehmen, wie unter anderen von Kobell. Doch hat in der neuesten Zeit Hausmann der ersteren Ansicht den Vorzug gegeben, so wie ich glaube, sie überhaupt die allgemeinere ist.

Die Form der vesuvischen Varietäten hat Scacchi¹⁾ als durch mehrfach an den gleichnamigen Seiten wiederholte Zwillingsbildung hervorgebracht erklärt. Es ist viel natürlicher die Form von den Octaëdern des Magneteisensteins abzuleiten, die von der Oberfläche nieder in Eisenglanz verwandelt wurden.

Rotheisenstein oder Eisenglanz war also beobachtet in der Form von Krystallen des Magneteisensteins, aber noch nicht in denen des Eisenoxydhydrats, nämlich des Brauneisensteins. Die chemische Veränderung des einen Vorgangs, höhere Oxydation, ist eben so einfach als die des anderen, Verlust des Wassers, wobei ebenfalls das Oxyd zurückbleibt.

Aber es giebt auch solche Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Krystallen von Brauneisenstein. Bei einer Sendung, welche im vorigen Jahre das k. k. Hof-Mineralienkabinet von der Krantz'schen Mineralienhandlung in Berlin erhielt, befanden sich Stücke mit der Aufschrift: „*Eisenoxyd, neu von Lostwithiel.*“ Die Form war genau die des bekannten Nadeleisenerzes, eben so die Begleitung der Quarzkrystalle, aber der Strich war nicht der gelblichbraune

1) *Mémoire mineralogique et géologique etc. I, p. 33.* — Dufrénoy, *Traité de Minéralogie, II, p. 479.*

des Eisenoxydhydrats, sondern er zeigte das Bräunlichroth des Eisenoxyds oder Eisenglanzes. Allerdings enthielten die Krystalle auch kein Wasser. Nach einer brieflichen Mittheilung hatte mein verehrter Freund Gustav Rose sogar die Flächenwinkel der schönen glänzenden Krystalle gemessen, und sie mit denen des Nadeleisensteinerzes übereinstimmend gefunden, und Rammelsberg als chemischen Bestand reines Eisenoxyd erkannt. Sprünge, in gegen die Oberfläche der Krystalle geneigter Richtung, zeigten ebenfalls rothes durchfallendes Licht. Die Idee, dafs etwa das Ganze durch Glühen hätte sein gegenwärtiges Aussehen erhalten können, wurde durch den Umstand widerlegt, dafs an einem Stücke sich noch kleine nierförmige Partien von Brauneisenstein fanden. Man konnte an dem Stücke also auf drei Bildungsperioden schliessen:

- 1) die Krystallisation gleichzeitig von Quarz und Göthit — diesen Namen nach Beudant's Vorgange auf das Nadeleisenerz ausgedehnt;
- 2) die Pseudomorphose des letzteren zu Rotheisenstein;
- 3) die neue Bildung des nierförmigen Brauneisensteins.

Nun war freilich die Frage sehr nahe gerückt, ob es nicht in der Natur auch andere Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Brauneisenstein gebe, und was es denn eigentlich für eine Bewandniss mit den Glasköpfen von den beiden Farben habe, die einander bis in die kleinsten Eigenthümlichkeiten parallele Reihen bilden, doch auch wieder mit Abweichungen, welche bei der einen oder der anderen für unmittelbare oder pseudomorphe Bildung sprechen müßten.

Brauner Glaskopf einfach geglüht, verliert sein Wasser und erhält das Ansehen des rothen. Das Oxydhydrat ist in Oxyd verwandelt. Der Strich wechselt von Gelblich- zu Röthlichbraun, das eigenthümliche Gewicht war bei einem Versuche von 3,570 auf 4,604 gestiegen, die Härte von 5,0 bis 5,5 erschien ungefähr dieselbe; doch war das Stückchen brüchig geworden, die Fasern lösten sich leicht von einander, und das Ganze war von der Trennungsfläche
senk-

senkrecht auf die Axe der Fasern durchzogen, ohne Zweifel von der schnellen Zusammenziehung bei dem raschen Zutritt der Wärme. Structurflächen, senkrecht auf die Axe der nierförmigen Oberfläche entsprechend, waren übrigens schon in dem ursprünglichen braunen Glaskopfe bemerklich, doch fand kein leichter Bruch parallel denselben statt.

So einfach scheint aber der Vorgang in der Natur nicht gewesen zu seyn, wenn er auch wohl vorzüglich auf einer Temperaturerhöhung beruhte, hervorgebracht durch die Einwirkung einer tieferen Lage, überhaupt durch einen elektropositiven oder katogenen Proceß. Die allgemeinen Schlüsse werden sich aber genauer stellen lassen, wenn die einzeln in der Natur vorkommenden Varietäten jede für sich betrachtet werden. Es sollen hier daher Repräsentanten mehrerer Zustände nach einander aufgezählt werden.

I. Beobachtungen an Handstücken.

1. Rother Glaskopf vom Irrgang bei Platten in Böhmen. Nierförmig, die Fasern stark verwachsen, auch die concentrisch krummschaligen Schichten fest verbunden. Die Flächen der zweiten körnigen Zusammensetzung sind glatt und ziemlich stark glänzend, besonders gegen die gemeinschaftliche Unterlage zu. Hin und wieder liegen rothgefärbte Schalen von Quarz zwischen den einzelnen stänglich zusammengesetzten Partien.

Wenn brauner Glaskopf zu rothem wird, so muß sich das Volumen um etwa ein Viertel des ersteren vermindern; daher ist es möglich, ja es läßt sich erwarten, daß die Zusammensetzungsflächen zwischen mehrern solchen Partien zu wirklichen Trennungsflächen werden. Auch können sie dem entweichenden Wassergehalte als Abzugskanäle dienen. Brauner Glaskopf enthält in den meisten Varietäten Kieselerde, wahrscheinlich, übereinstimmend mit den Ansichten von Fuchs, der den Chalcedon für einen opalhaltigen Quarz nimmt, ebenfalls in dem Zustande von Opal. Diese Kieselerde wird zugleich mit dem Wasser aus den Fasern entfernt, aber sie setzt sich in einigen der erweiterten Zu-

sammensetzungsflächen gangweise als Quarzschale ab, roth gefärbt, übereinstimmend mit dem allgemeinen Zustande der Bildung.

2. Ein anderes Stück von demselben Fundorte in dem k. k. Hof-Mineralienkabinete im frischen Bruche zwischen faserig und glimmerig schuppig, und ganz ähnlicher Beschaffenheit wie der Lepidokrokit, zeigt auf einer Längenkluft statt der gewöhnlichen Quarzgänge einen Absatz von kleinen Quarzkrystallen.

3. Nicht alle Stufen von Platten zeigen die dünnen Fasern der so ausgezeichneten splitterförmigen Fragmente. Bei manchen ist ganz frischer Bruch, schuppig, mit kleinen metallglänzenden Individuen nahe den Tilkeroder Varietäten, aber alte Bruchflächen, vor der vollständigen Veränderung gebrochen, sind allerdings noch fein und parallel gestreift, wie der frische Bruch an weniger veränderten Splintern, und bezeugen daher unzweifelhaft die Veränderung. Solche Flächen sind aber auch oft mit rothem Eisenrahm — mikroskopischen Eisenglanzkrystallen — überzogen. K. k. Hof-Mineralienkabinet.

4. Die bekannten Pseudomorphosen nach Fluswürfeln von Johann-Georgenstadt. Die Zusammensetzung derselben bietet viele höchst wichtige Daten. Die Würfel waren wohl ohne Zweifel Flusspath. Sie bildeten ursprünglich eine Lage von etwa einem halben bis dreiviertel Zoll Dicke auf einer Unterlage, die nun dichter Rotheisenstein ist. Aber an der oberen Seite, wo die Fluskrystalle als früher aufgesessen angenommen werden können, zeigen sich schiefwinklige Durchschnitte, wie von Spatheisensteinrhomboëdern. Die Oberfläche der Würfel ist mit einer dünnen Lage, etwa eine Linie dick, von faserigem rothem Glaskopfe überzogen, deren Oberfläche nierförmig, glatt und ziemlich glänzend erscheint. Darüber liegt stellenweise noch eine dünne Haut von Quarz. Der ganze Raum der ehemaligen Würfel ist von krystallinischem Quarze ausgefüllt, zuweilen die Drusenräume mit Krystallen besetzt. In einigen dieser Drusen erscheinen kleine Eisenglanzkrystalle, so wie

die Quarzkrystalle, selbst wo sie aneinanderstossen, eine rothe Färbung von Eisenoxyd zeigen. Auch der dichte Rotheisenstein ist stellenweise unmittelbar mit einer Rinde von rothem Glaskopf überzogen, und über diesen erscheint wieder krystallinischer Quarz, von welchem sich beim Zerschneiden die nierförmigen Gestalten des Glaskopfs leicht lösen und glatte nierförmige Vertiefungen hinterlassen.

Die Quarzdrusen im Inneren der Pseudomorphosen zeigen herabgefallene abgelöste Quarzkrystallrinden, die am Boden der Druse liegen blieben. Der obere Theil ist wieder voll krystallisirt, der untere Theil der Druse übrigens wieder mit kleinen Krystallen, grösstentheils Quarz — Fournet's Krystallschnee — belegt.

Die Geschichte der Bildung dürfte nahe folgende gewesen seyn:

1) Gänge von Spatheisenstein, in den Drusenöffnungen krystallisirt, und bedeckt mit krystallisirtem Flufs.

2) Anogene Veränderung; der Spatheisenstein verwittert, wird zu dichtem Brauneisenstein, zugleich setzt sich eine Lage von braunem Glaskopf an, an der Oberfläche des Flufsspaths und auf Oeffnungen im Inneren des Brauneisensteins.

An den Hüttenberger Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Spatheisenstein bemerkt man zunächst der Oberfläche der rhomboëdrischen Formen nur das am wenigsten krystallinische Residuum, dicht, voll Höhlungen, deren Seiten den rhomboëdrischen Durchschnitten entsprechen. Entfernter von der Oberfläche gewahrt man die Absätze von braunem Glaskopf. Während des im Allgemeinen elektronegativen, anogenen Vorganges zeigt sich doch von der Oberfläche gegen das Nebengestein, oder der Bewegung entgegengesetzte oder geschlossene Räume der elektro-chemische Gegensatz von negativ und positiv. Ebenso ging hier die Bewegung vom Contact von Flufs- und Spatheisenkrystallen aus, und die Oberfläche der Flufskrystalle, wie die Sprünge im Inneren der Spatheisensteinrinde, bildeten gegen denselben das positive Ende.

3) Katogene Veränderung mit schneller bedeutender Erhöhung der Temperatur. Der Fluß wird aufgelöst und Quarz krystallisirt an dessen Stelle; der Brauneisenstein wird zu rothem Glaskopf, und die darin früher enthaltene Kieselerde legt sich theils zwischen den nierförmigen Schichten, theils zwischen den Partien desselben in Quarzlagen ab. Während dieser Periode treten Volumveränderungen ein, deren plötzliche Ausgleichungen durch ungleichförmigen Druck das Herabfallen in den Drusen sich bildender Quarzrinden veranlassen. Den Schluss der Periode macht das Krystallisiren der metallisch glänzenden Eisenoxyschüppchen in Drusen und zufällig vorhandenen Klüften.

5. Kleinnierförmiger rother Glaskopf von Johann-Georgenstadt überdeckt dichten Rotheisenstein voll Höhlungen; in diesem ist Eisenglanz in feinen Schuppen abgesetzt. K. k. Hof-Mineralienkabinet.

6. Breccie von rothem Glaskopf von der Rotheisenstein-Lagerstätte bei Oberhals, unweit Kupferberg in Böhmen. Fragmente, bis zu zwei Zoll breit, von etwa einem halben Zoll dicken Glaskopfschalen, die Fasern ziemlich parallel, aber mit deutlich nierförmiger Oberfläche, sind zu einer festen breccienartigen Masse, einem wahren Trümmergesteine, einer Gangbreccie zusammengekittet durch Quarz, der in den zufälligen Drusenräumen krystallisirt erscheint. Die Glaskopfschalen sind deutlich vielfältig zerbrochen, und aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, hin und wieder nur von Quarztrümmern durchsetzt. Der Quarz selbst ist gemengt mit Bruchstücken, zum Theil fein zerrieben, von dichtem Rotheisenstein. Auf einigen feinen Längenspalten im Glaskopfe selbst liegt weißes, wenig röthliches Steinmark.

Ohne Zweifel sind dergleichen Stücke nicht so unmittelbar gebildet, wie sie sich uns jetzt darbieten. Man könnte annehmen es wäre schon Rotheisenstein dagewesen, erst gebildet, dann zertrümmert, endlich mit Quarz zusammengebacken; aber die Analogie leitet uns auch hier, erst die ursprüngliche Bildung von braunen Glaskopfgeoden anzu-

nehmen, dann in einem abgesonderten Vorgange die Entfernung des Wassers und die Quarzkrystallisation.

In dieser Art von Gangbreccie finden sich die Fragmente großer nierförmiger Gestalten, welche die Blutsteinsplitter, oft von zwei Schuh Länge, geben, aber immer nur Fragmente, durch krystallisirten Quarz fest verbunden, oder auch nur locker die fein zerriebenen dichten oder ochrigen Rotheisensteine. Häufig sind die Fragmente aber auch klein und in der Regel scharfkantig. Ganze vollständige Geoden von rothem Glaskopf, wie man sie von braunem Glaskopf nicht selten antrifft, sind bisher von den Mineralogen noch nicht beschrieben worden.

7. Unter den Stücken von Oberhals bei Kupferberg, in der Sammlung des k. k. Montanistischen Museums zeigt eines die Verschiedenheit der Veränderungen, welche mit demselben Gegenstande vorgehen können, höchst auffallend. Eine Schale von rothem Glaskopf, etwa fünf Linien dick, ist zu beiden Seiten von Quarz umschlossen, aber nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zusammenhange, sondern in mehrere Stücke zerbrochen, und mehr oder weniger aus der ursprünglichen Richtung gebracht. Die zwei größten Fragmente sind nur durch eine etwa drei Linien dicke gangförmige Lage von Quarz getrennt, einige kleinere sind ganz abgebrochen und in der Quarzmasse fast rechtwinklig gegen die vorige Richtung verschoben. Von den zwei größeren Bruchstücken ist nun das eine durch und durch rother Glaskopf, wenn auch mit den bei dem rothen Glaskopf so gewöhnlichen Longitudinalblättchen von Quarz zwischen den zweiten körnigen Zusammensetzungsstücken, zum Theil in der Richtung der Fasern zusammengedrückt. Das andere Stück, welches augenscheinlich in der Richtung der Fasern weniger stark zusammengedrückt worden ist, zeigt sich nur in der mittleren Lage als Rotheisenstein, der Theil zunächst der oberen und der unteren nierförmigen Oberfläche der Glaskopfschale ist zu rothem Jaspis verändert worden.

Ohne Zweifel ist dieß durch das Eindringen einer kie-

selerdigen Auflösung bewerkstelligt worden. Der Quarz an der oberen Seite der Glaskopfschale ist voll von unregelmäßigen Höhlungen, zum Theil leer, oder von unter schiefen Winkeln sich schneidenden Quarzhäutchen durchzogen, rau und von Eisenoxyd röthlichbraun gefärbt, zum Theil mit kleinen grünen Krystallen, oder feinkörnigem, selbst erdigem Atakamit erfüllt, mit hinlänglicher Deutlichkeit das frühere Vorhandenseyn von Kupferkies beurkundend; der an die untere Seite der Glaskopfschale anschliessende Theil des Stückes ist eine Gang-Reibungsbreccie, aus Quarz und Rotheisensteinlagen, mannigfaltig gemengt und gebogen, bestehend; er ist von feinerem Korn als der übrige Theil, welcher die Fragmente der Glaskopfschale umschliesst, aber geht in denselben unmittelbar über.

Aus den bisher erörterten Beobachtungen lassen sich ungefähr folgende Bildungsperioden ableiten:

1) Gang von derbem Kupferkies, Spatheisenstein und Quarz.

2) Anogene Bildung von braunem Glaskopf durch Oxydation des Spatheisensteins; der Kupferkies unverändert.

3) Fortsetzung der elektro-negativen Einwirkung auf die Stoffe der ersten Periode, aber katogen gegen die zweite. Der braune Glaskopf wird zu rothem, Quarz theils amorph als Jaspis, theils krystallinisch in den Drusen folgt. Durch die Zusammenziehung entstehen neue, zum Theil gewaltsame Ausgleichungen der Druckverhältnisse; Breccienbildung im Gange. Oxydation des Kupferkieses. Chlor trat dabei in's Spiel und verband sich mit Kupfer zu Atakamit, der als letztes Product in den Drusenräumen auskrystallisirt ist.

8. An einem Stücke von der hohen Wiese bei Unterhals nahe der vorhergehenden Localität ist der grösste Theil der Glaskopfschalen von rothem Jaspis ersetzt, einige derselben gänzlich, der grössere Theil aber zunächst der Oberfläche und der Unterlage. Quarz, der selbst als Chalcedon in nierförmigen Schalen zu erscheinen fähig ist, zeigt hier nichts desto weniger deutlich die Gestalt der Schalen

des rothen, oder wenn man bis zur Krystallisation freier Bildung zurückgeht, des braunen Glaskopfs. Hier ist nach der Periode der Entwässerung des ursprünglichen braunen Glaskopfs eine zweite, anogene, eingetreten, bezeichnet durch die Bildung von Quarz in verschwindenden Individuen. Gangtrümmer von krystallisirtem Quarz zeigen endlich die Ausgleichung der Ruhe nach dieser Bildung.

9. Die Pseudomorphosen von Annaberg in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet zeigen eine beachtenswerthe Verschiedenheit in der Oberfläche der nierförmigen Gestalten, welche das Aeußere bilden, und dem Innern ganz verschlossener Räume. Die skalenoëdrischen Kalkspathkrystalle sind überall gänzlich verschwunden, die Oberfläche derselben ist leicht im Querbruche der nur als Rinde übrig gebliebenen Ersatzmasse zu unterscheiden. Letztere besteht in der äusseren und inneren Lage aus faserigem Rotheisenstein. In den verschlossenen inneren Räumen haben sich Eisenglanzschuppen abgesetzt. Wäre das Bildungsverhältniß gleich gewesen, so würden sich nicht zweierlei Producte gebildet haben. Der Schlufs, dafs auch hier die faserigen Krystallrinden erst als Brauneisenstein bestanden hatten, liegt daher gewifs nicht fern. Wo diese Krystallrinde zerbrochen war, setzt die nierförmige Beschaffenheit der Oberfläche auch in das Innere der Pseudomorphosenräume fort.

10. Schuppigfaseriger rother Glaskopf von Zorge am Harz. Durch die eigenthümliche, dem Lepidokrokite unter den Brauneisensteinen ganz ähnliche Structur erscheint die Härte dieser Varietät sehr gering, nicht höher als 3,0 . . . 4,0, zwischen Kalkspath und Flufs. Breithaupt führte sie deshalb getrennt von den eigentlichen krystallinischen Varietäten des Eisenglanzes und selbst des Rotheisensteins, als „Weichrotheisenerz“ auf ¹⁾. Aber man hat es ja hier nicht mit einem homogenen Minerale zu thun, sondern mit einer Menge eigenthümlich zart gruppirter Individuen, welche bei den gewöhnlichen Härteprüfungsmethoden der angewandten Gewalt weichen, während das feinste Eisenoxyd

1) Vollständige Charakteristik, S. 244.

als Schleif- oder Polirmaterial seine Härte so gut bewährt, als etwa Tripel oder Zinnasche. Auch hier sieht man Quarzgangtrümmer, theils der nierförmigen Oberfläche parallel, theils in der Längenrichtung der Fasern.

Ein Stück von der nämlichen Localität zeigt abwechselnd lockere und festere concentrische Schalen. Die schuppigfaserige Structur ist in den lockeren, bereits in wirkliche unzusammenhängende Schuppen von Eisenglimmer aufgelöst. Die Veränderung ist hier noch weiter fortgeschritten, als bei dem vorhergehenden, welches noch deutlich die Längsfasern bewahrt. Keine Erklärung als die, welche eine Pseudomorphose aus braunem Glaskopf voraussetzt, paßt auf die zahlreichen, mehr und weniger breiten concentrischen Lagen, die festeren faserig und dicht geschlossen, die lockeren aus unzusammenhängenden Schuppen bestehend.

Aber ein Theil des Stücks zeigt noch eine höchst merkwürdige Erscheinung. Von einem Sprunge ausgehend, der die nierförmigen Schalen durchsetzt, ist in die eine Hälfte Kieselmaterial eingedrungen, und zwar zwischen den dichteren Lagen hinein in die lockeren schuppigglimmerigen. Aber es war ohne Zweifel eine wäßrige Kieselerdelösung, Resultat eines wahren anogenen oder elektro-negativen Fortschritts; denn das Eisenoxyd wurde in Oxydhydrat verwandelt, und bildet nun, mit dem festgewordenen Quarz gemengt, einen gelben Eisenkiesel in verschwindend-körniger Zusammensetzung. Höchst auffallend ist in einem Durchschnitte der Contrast der festeren, durch das Ganze hindurchlaufenden eisenschwarzen Streifen auf der einen Seite gegen das dunkle Kirschroth der flimmernden weichen Eisenglimmerschuppen, auf der anderen gegen die scharf abschneidenden concentrischen Zeichnungen des harten gelben Eisenkiesels.

11. Ich verdanke dem k. k. Hrn. General-Landes- und Haupt-Münzprobirer A. Löwe ein durch das Zusammenkommen des rothen und braunen Glaskopfes höchst merkwürdiges Fragment eines Stückes aus seiner Sammlung, das

er selbst vom Harze mitgebracht hatte. Es ist etwa einen Zoll dick, an einer Seite mit etwa zwei Linien braunem Glaskopf überzogen. Von der anderen Seite besteht es aus ziemlich stark glänzenden, eisenschwarzen, mannigfaltig unter einander laufenden nachahmenden Gestalten des rothen Glaskopfes mit glatten Trennungsflächen der zweiten Zusammensetzung. Die beiden Arten der Glasköpfe sind auf feinkörnigem Eisenstein aufgewachsen, der gegen die eine Seite grösstentheils zu dem rothen, gegen die andere zum braunen gehört; doch ist in dieser aus kleinen Individuen bestehenden Masse schon fast Alles Rotheisenstein. In einigen der Glaskopfschalen ist nur der untere Theil roth, der obere braun; einige, welche augenscheinlich nur zu einem einzigen Absatze gehören, sind an der einen Seite braun, in der Fortsetzung roth, und schliessen mit anderen Schalen in verschiedene Gruppierungen zusammen, die noch vollständig braun sind. Es müssen die einen wie die anderen Theile durch den gänzlich gleichen Bildungsprocess gegangen seyn, und dabei bleibt nun keine Wahl, als anzunehmen, dafs der Brauneisenstein zuerst bestanden habe. Das Stück selbst ist aber zu klein, um, wie bei den nachfolgenden Varietäten von Villa ricca, den Anfang der Veränderung zu beobachten.

12. Sehr werthvolle Daten für die Geschichte der Veränderungen in dem Zustande der Eisensteine und der Schichten überhaupt, in welchen sie vorkommen, liefern die schönen brasilianischen Glasköpfe von Antonio Pereira. Das k. k. Montanistische Museum besitzt mehrere, von Dr. Baader erkaufte, vorzüglich aber sind viele derselben, von Dr. Pohl gesammelt, in dem k. k. Hof-Mineralienkabinette aufbewahrt. Man hat Stücke, die ohne genaue Untersuchung die feinkörnige Structur eines Magneteisensteins darstellen; dabei aber zeigen sie auch etwas schiefrige Bruchflächen, wie es bei jenem so häufig ist. Aber sie erscheinen schon beim Aufheben sehr leicht, geben auch einen gelblichbraunen Strich wie Brauneisenstein. Schon bei der genaueren Betrachtung durch die Lupe zeigt sich die Masse porös,

und zwar so, daß man anzunehmen berechtigt ist, anstatt eines jeden der früher vorhandenen körnig zusammengesetzten Individuen sey nur eine Haut von Eisenoxydhydrat übrig geblieben, welche man deutlich in den feinen, faserig glaskopfartigen Durchschnitten auf den Bruchflächen erkennt.

Gangartige Räume, welche die schiefrige Structur dieser Massen schneiden, sind nun von den schönsten, nachahmenden Gestalten von braunem Glaskopf erfüllt, abwechselnd in mehr und weniger feinfaserigen Varietäten. Regelmäßig ist die Aufeinanderfolge von unten: 1) ganz feinfaserig; 2) schuppig-blättrig; 3) strahlig; also immer mehr krystallinisch; zuweilen wiederholt sich die Folge noch einmal. Die Aufeinanderfolge von 1, 2 und 3 gilt als Beweis einer immer langsamer fortschreitenden Bildung, daher vollkommnere Krystallisation; die unterste Schicht aus verschwindenden Individuen ist am dichtesten geschlossen, die oberste besteht schon aus so starken Individuen, daß sie in sich als homogen abgeschlossen erscheinen.

Es ist wichtig, diese Betrachtungen voranzuschicken, bevor man es unternimmt die Verhältnisse einer noch weiteren Veränderung zu berücksichtigen, welche einige von diesen Varietäten zeigen. Ganz am Salbände des Ganges, und zwar oft zu beiden Seiten, findet sich eine Ablösung, die mit rothem pulvrigen Eisenoxyd belegt ist, zuweilen, in zufällig vorhandenen hohlen Räumen, feine Eisenglimmerschüppchen abgesetzt. Die zwei anstossenden Lagen, die dichte faserige und die weniger dichte schuppig-blättrige sind rother Glaskopf, die strahlige Lage ist brauner Glaskopf. Aber auf der anderen Seite ist auch das Nebengestein nicht mehr die poröse Masse mit gelblichbraunem Strich; sondern diese Masse giebt einen rothen Strich, ist Eisenoxyd, oder ganz fein zertheilter Rotheisenstein, doch nur ungefähr eben so tief, als die rothen Schichten im Glaskopf jenseits der Ablösung. Ohne Zweifel ist hier eine, wohl durch höhere Temperatur bedingte Entwässerung längs der Ablösungsfläche thätig gewesen, welche zu beiden Seiten den Brauneisenstein in Rotheisenstein verwandelte, im Glas-

kopf bis an die strahlige Schicht. An einem Stücke findet sich die Ablösung über dieser strahligen Schicht, dann dringt die Veränderung auch von oben nicht in sie hinein. Diese Individuen scheinen hinlänglich groß und homogen krystallisirt gewesen zu seyn, um der Veränderung keinen Angriff zu bieten.

13. Die Glasköpfe von Tilkerode am Harz. Mohs hat diese Varietät stets als das wichtigste Verbindungsglied zwischen den unmittelbar bestimmbar Eisenglanzvarietäten und den verschwindenden Individuen der rothen Glasköpfe betrachtet. Sie zeigen auch vollkommen die hämatitische Form, aber sie besitzen nicht mehr die hämatitische Structur. Frisch entzwei gebrochen erscheint Eisenglanz in der Farbe zwischen Stahlgrau und Eisenschwarz, in feinkörniger Zusammensetzung, kaum noch Spuren einer allgemeinen faserigen Anordnung, der hämatitischen Structur entsprechend. Die einzeln tafelartigen dadurch eisenglimmerähnlichen Individuen liegen in allen Richtungen durch einander. Wo man aber Bruchflächen bemerkt, die durch natürliche Klüfte augenscheinlich vor der Beendigung der letzten Krystallisierungsperiode hervorgebracht waren, da ist auch die zartfaserige, der Gestalt entsprechende Structur noch deutlich zu erkennen. Auch hier kommen dichtere und weniger dichte Schichten vor, Eisenglanz und Weichrotheisenerz. Die ersteren sind metallisch, körnig, hart, die letzteren bräunlichroth, faserig und weich.

An dieser Varietät beurkundet sich ein katogener Fortschritt, nebst den durch Krystallisation immer deutlicher werdenden Individuen durch die anfangende Bildung von feinkörnigem Spatheisenstein, der hin und wieder, gegen die Oberfläche der nierförmigen Gestalten zu, innerhalb der concentrischen Schalen den früher von dem Eisenglanz erfüllten Raum einnimmt. Bewundernswürdig ist das Bestehen der Form während eines zweimaligen Wechsels der Substanz von braunem Glaskopf zu rothem, und selbst zu Eisenglanz, und von diesem wieder zu Spatheisenstein.

14) Die Bildung von Spatheisenstein nach Rotheisen-

stein ist an einem Stücke von Tilkerode im k. k. Hof-Mineralienkabinette vorzüglich lehrreich. Von zwei concentrischen Schalen ist die innere Eisenglanz, die äussere netzförmig gruppirter Spatheisenstein in kleinen Krystallen. Die nierförmige Oberfläche dieser Schale bestand ursprünglich aus einer Menge kleiner splitterförmiger Kugelausschnitte, von der zweiten Zusammensetzungsfläche in perpendiculärer Richtung begrenzt. An diesen bei den Glasköpfen so häufig glatten Flächen konnte ein fremdartiger Stoff am leichtesten einwirken, an der Stelle derselben sieht man auch wirklich den Spatheisenstein. Gegen die Mitte zu sind die Kugelausschnitte hohl geworden.

15. Bei den Tilkeroder Eisenglanzen in der Gestalt der Glasköpfe finden sich zuweilen gerade in denjenigen Lagen, welche das grösste Korn der Zusammensetzung zeigen, auch Drusenräume, die mit Spatheisensteinkrystallen ausgekleidet sind. K. k. Hof-Mineralienkabinet.

16. Die Gestalt mancher Drusen von Eisenglanz erinnert lebhaft an die nierförmige Anordnung der Rotheisensteine. Die Krystalle sind tafelförmig, Eisenglimmer; sie sind sämmtlich dergestalt aufgewachsen, dass sie mit den Seiten der Tafeln auf der Unterlage fest sitzen, und erhalten dadurch ein fächerförmiges Ansehen. Beispiele in dem k. k. Hof-Mineralienkabinette geben die Localitäten von Gera; die Eisenglimmerblättchen bilden eine Rinde von etwa einem Viertelzoll Dicke, sie sind von Quarzkrystallen begleitet, die über einen halben Zoll lang sind; eine andere aus Schweden, ohne Angabe des Ortes, vollkommen ausgebildete, tafelförmige, aber eben so fächerförmig gruppirte, mehr als einen halben Zoll grosse, niedrige, sechsseitige Prismen; endlich eine innere Gangausfüllung zwischen zwei mit nierförmigen Eindrücken versehenen Oberflächen von rothem Glaskopf. Von Aussen gegen Innen fortschreitend, erscheint erst eine dünne Lage feinfaserigen Rotheisensteins, dann eine etwa doppelt so dicke schuppig-blättrig, ähnlich den Varietäten von Tilkerode, zuletzt die fächerförmig gruppirten Krystalle von Eisenglanz, die mit scharfen Ecken

und Kanten in den weissen krystallinischen Quarz hineinreichen. Die Fortsetzung gleichförmiger Bildung ist dabei evident. Aber die Temperatur- und Druckverhältnisse waren hier so genau im Gleichgewichte, dafs beide Species, Quarz und Eisenglanz, sich rein von einander abscheiden konnten.

17. Unter den Pseudomorphosen nach Kalkspath in dem k. k. Montanistischen Museum befindet sich ein Stück, mit der Aufschrift: »*Rother Eisenocker aus Sachsen*«, das in seiner Eigenthümlichkeit als ein nicht unwichtiger Vergleichungspunkt für die Veränderungsprocesse erscheint, welchen die Mineralspecies unterworfen sind. Es ist eigentlich eine Pseudomorphose von Kalkspath nach Kalkspath. Die Gestalt der Pseudomorphose ist die bekannte der Skalenoëder S^3 , mit dreifacher Axenlänge aus dem Grundrhomboëder R abgeleitet. Sie bestehen im Inneren aus körnig zusammengesetztem, von Eisenoxydhydrat braun gefärbtem, uneben- und krummblättrigem Kalkspath, mit einem eigenthümlichen Gewichte von 2,709, zu Innerst aus reinem, weissen, geradblättrigem Kalkspath; in kleinen Drusen in dem ersteren ist das Nadeleisenerz in Kystallspitzen rein ausgeschieden zu sehen. Die Räume zwischen den Skalenoëdern sind mit derselben Masse ausgeglichen, so dafs der Gang ganz vollständig ausgefüllt war. Die Pseudomorphosen lassen einen Abdruck darin zurück, der von pulverigem Eisenoxyd roth gefärbt ist, eben so wie die Oberfläche der Skalenoëder. Ueberdies bemerkt man auf einer Hälfte der Oberfläche der Letzteren, die man wohl als die obere annehmen kann, einen Absatz von dichtem Rotheisenstein, der bis $1\frac{1}{2}$ Linien dick ist. Kleine Oeffnungen in dieser Rinde sind mit mikroskopischen Eisenglanzschüppchen bedeckt.

Für die Construction der Bildung dürfte folgendes Schema sich sehr der Wahrheit nähern.

1) Kalkspathgang in dem Gebirgsgestein, die Krystalle Skalenoëder, etwa von gelblicher Farbe wie die von Derbyshire.

2) Absatz von Schwefeleisen, Eisenkies, auf der gan-

zen Oberfläche, vorzüglich von der oberen Seite; katodischer Proceß in elektro-positiver oder reductiver Richtung.

3) Erhöhung der Temperatur, wenn auch vielleicht nicht zur vollständigen Schmelzung, doch so weit, um die Individualität der Masse in den Skalenoëdern zu zerstören. Gleichzeitige Verwandlung des Schwefelkieses in dichten Rotheisenstein. Keine Spur von faserigem Gefüge deutet auf braunen Glaskopf. Auch der Kalkspath, der das Ganze umschloß, ist nun ohne Individualität, aber die festen Kiesrinden verhinderten die gänzliche Zerstörung der Form. Doch sind wirklich die Spitzen der Skalenoëder von dem Körper derselben häufig ein wenig aus der ursprünglichen Lage hinweggedrückt.

4) Anogene Bildung des Eisenoxydhydrats gleichzeitig mit der Krystallisirung durch die ganze Masse, aber zunächst an den Eisenoxydoberflächen der ehemaligen Skalenoëder, von uneben- und krummflächigem Kalkspath. Bei endlich eingetretener Ruhe und mehrerer Erkaltung, Vollendung der Krystallisation des reinen Kalkspaths in den letzten noch übrig gebliebenen Räumen.

Die wahrscheinlichen Vorgänge bei den im Vorhergehenden beschriebenen Varietäten wurden so ausführlich in jedem einzelnen Falle betrachtet, daß es als allgemeines Resultat genügen wird anzuführen, daß sich in der Natur allerdings eine ununterbrochene Reihe von Vorkommen findet, welche die ursprüngliche Bildung des braunen Glaskopfs, die pseudomorphe Bildung des rothen Glaskopfs aus demselben beweisen, die sich selbst bis zur Bildung von Eisenglanz in den Räumen erstreckt, deren Form von der ursprünglichen Bildung des braunen Glaskopfs abhängt.

II. Bildung der wichtigsten eisenhaltigen Species überhaupt.

Die bisher beschriebenen Eisensteinvarietäten und die Betrachtungen, welche unmittelbar daran geknüpft sind, scheinen unwiderleglich zu wichtigen Schlüssen zu führen, die hier kurz zusammengestellt werden sollen. Die Beob-

achtungen an den pseudomorphen Bildungen gelten als Urkunden, auf welche sich die Geschichte von Vorgängen bauen läßt, deren Epochen sie bezeichnen. Durch die Unveränderlichkeit der Naturgesetze kommen sie in das Bereich unserer gewöhnlichen Betrachtungsweisen, und vermehren Schritt für Schritt die Evidenz des Metamorphismus in den Erdschichten.

Die wichtigsten eisenhaltigen Mineralspecies sind: Brauneisenstein (Göthit, Limonit, Lepidokrokit), Spatheisenstein (Siderit), Rotheisenstein (Hämatit), Magneteisenstein (Magnetit), Schwefelkies (Pyrit), oder chemisch betrachtet, den Hauptbestandtheilen nach: Eisenoxydhydrat, kohlsaures Eisenoxydul, Eisenoxyd, Eisenoxyduloxyd, Schwefeleisen im Maximo. Wir sehen sie in mancherlei Abwechslungen, die einen theils wirklich pseudomorph in den Formen der Krystalle der anderen erscheinen, theils werden sie auf Unkosten und während der Zerstörung derselben in unregelmäßigen, aber abgeschlossenen Räumen gebildet.

1. *Der Brauneisenstein* ist die einzige Species, deren Bildung unter Umständen erfolgt, die mit organischem Leben verträglich ist. Selbst dann wirken organisch zusammengesetzte Säuren oder Phosphorsäure mit zur Bildung eines Eisenoxydhydrats, amorph oder pulverig. Am nächsten stehen hier die von Ehrenberg aufgefundenen eisenhaltigen Organismen in den Raseneisensteinen. Schon der faserige Brauneisenstein oder braune Glaskopf wird unter Verhältnissen gebildet, die organisches Leben ausschließen, nur die Oberfläche verwitternden Spatheisensteins zeigt den dichten Brauneisenstein, während sich der Glaskopf im Inneren absetzt.

Hüttenberg in Kärnthen liefert mannigfaltige erläuternde Beispiele. Unter anderen verdient hervorgehoben zu werden, daß man dort nicht selten um und um zusammenhängende nachahmende Gestalten von braunem Glaskopf findet, die sich unzweifelhaft noch in derjenigen Lage befinden, in welcher sie entstanden sind. Die Höhlung im Inneren der Geoden ist von der nierförmigen Oberfläche

gebildet. Im Grunde derselben trifft man öfters eine Lage von Glimmerschüppchen, welche während des Vorgangs der Pseudomorphose unaufgelöst zurückblieben. Die Verwitterung nahe der Oberfläche, bei raschem Einflusse der Atmosphäre, läßt auch im Gefolge des dichten Brauneisensteins die aus verschwindenden Individuen bestehenden Quarzvarietäten wahrnehmen, wie Chalcedon oder auch die Opale. Faseriger Brauneisenstein wird zum Theil noch überdeckt von Chalcedon, häufig aber auch schon von krystallisirtem Quarz, beides häufig zu Hüttenberg in Kärnthen. Der letztere ist endlich gleichzeitiger Bildung mit dem Nadeleisenerz oder Göthit. Wohl die schönsten Beispiele davon sind die von Lostwithiel in Cornwall. Die Anordnung der beiden Species weist aber darauf hin, daß auch hier zuerst Spatheisenstein gebildet war, der durch Pseudomorphie zerstört wurde. Ein Exemplar im k. k. Hof-Mineralienkabinet zeigt die deutlichen Durchschnitte der ursprünglichen, mehr als zollgroßen Spatheisenstein-Rhomboëder. An der Oberfläche und an Sprüngen, der Theilbarkeit entsprechend, ist eine dünne Krystallrinde von Quarz sichtbar, gegen die frühere Außenseite der Spatheisenstein-Krystalle abgesetzt, die Spitzen von derselben divergirend. Der innere Raum ist mit faserig gruppirten, aber in deutliche Individuen ausgehenden Nadeleisenerz Krystallen bedeckt, die ebenfalls an der Oberfläche beginnen. Der innerste Raum endlich ist von weißem krystallinischem Quarze erfüllt. Auch die Varietäten, welche keine an frühere Krystallisation erinnernde Durchschnitte der Quarzrinden zeigen, welche sodann mit den Eisenerzkrystallen bedeckt sind, haben doch stets die dem Inneren von Pseudomorphosen so sehr entsprechende zellige Structur. Sie sind an den Orten gebildet, wo sich früher nicht die frei auskrystallisirten, sondern die körnig zusammengesetzten Spatheisensteine befanden.

2. *Der Spatheisenstein* erscheint zuerst in kleinen krummflächigen Individuen als Product katogenen Fortschritts in Thon, zum Theil traubig und nierförmig gruppirt, oder pseudomorph nach Holz, wie bei Altsattel in Böhmen. Eisen-

senhaltige blasige Gesteine geben unter ähnlichen physikalisch-geologischen Verhältnissen der Feuchtigkeit und des Drucks Anlaß zur Bildung des Sphärosiderits, wie der bekannte von Steinheim bei Hanau.

In den Schichten der Braunkohlengebirge, noch mehr mit den Schwarzkohlen, ist der thonige Sphärosiderit weit verbreitet.

Reduction durch vegetabilische Stoffe; Kohle, ohne Vorwalten von schwefelsauren Salzen in der befeuchtenden Flüssigkeit, ist bei dieser Veränderung des ursprünglich in den Thonen im feinertheilten Zustande eines Oxydhydrats vorhandenen Eisens thätig gewesen.

Erst in noch tieferen Schichten erscheint der Spath-eisenstein in größeren Individuen, theilbar, glattflächig, in den Lagern und Gängen des Grauwackengebirges und Thonschiefers.

3. *Der Schwefelkies.* Diefs ist wohl die erste deutliche mineralogisch erkennbare, neugebildete Species in dem katogenen Fortschritte der Erdschichten. Schon in den Torflagern findet sich Schwefelkies in den Quellengängen abgesetzt, als Ueberzug, Krystallrinde der Knoten, der Wurzeln und andere Gestalten. In den Thonlagern, zunächst Wurzelstückchen umgebend, und dann als Veranlassung zu Zusammenziehung von Kugeln, Krystallgruppen und nachahmenden Gestalten.

Vorwalten schwefelsaurer Salze in der befeuchtenden Flüssigkeit während des reductiven Fortschritts oder, der elektro-positiven Veränderung bedingt die Bildung des Schwefelkieses.

Schon in den Mergeln und Gypsen des Salzgebirges finden sich einzeln eingewachsene Krystalle. Statt der nachahmenden Gestalten in den Torfen und weniger vollendeten Braunkohlen, erscheinen krystallinische Varietäten schon auf den Klüften der besseren Braunkohlensorten oder der Schwarzkohlen. Thonschiefer, Chloritschiefer enthält eingewachsene Krystalle, Würfel, Pyritoide häufig. Im Syenit, vorzüglich im Granit, ist der Schwefelkies derb.

Spatheisenstein erscheint häufig derb begränzt mit Kupferkies, mit Fahlerz, seltener mit Schwefelkies, der in denselben gewöhnlicher in eingewachsenen Krystallen vorkommt, niemals umgekehrt.

4. *Der Magneteisenstein* erscheint als Resultat reductiver Bildung in gewissen braunen Eisenochnern, wie an den Gulsen bei Kraubat, nach Stücken in dem k. k. Montanistischen Museum. Es sind gelbe Ocher, stark magnetisch, durch einzeln im Innern zu beobachtende Punkte.

Eingewachsene vollkommen gebildete Krystalle gleichzeitig und neben Schwefelkieskrystallen in Chloritschiefer sind bekannt, wie die von Latterding bei Hofgastein in Salzburg.

Die Körner und Krystalle in den Basalten sind Resultate der Anziehung gleichartiger Theile, während der Periode der Festwerdung und der damit in Verbindung stehenden Krystallisation. Sie darf wohl als katogen bezeichnet werden, da die Einwirkung des Sauerstoffs ausgeschlossen ist, und sich die Temperatur nach und nach aus einer höheren der normalen Stellung nähert. In den mehr krystallinischen Doleriten, in den Syeniten erscheint der Magneteisenstein mehr derb, begränzt durch die später eingetretene überwiegende Aeußerung der Krystallisationskraft der übrigen Species.

Die großen Ablagerungen von Magneteisenstein sind vorzugsweise begleitet von talkerdehaltigen Mineralien, oft noch Hydraten, Serpentin, Chlorit, ferner von Talk, Amphibol, Augit, Epidot, häufig von Granat, der selbst ohne Magneteisenstein mit jenem sich findet. Kalkspath häufig, Kupferkies nicht selten. Diese vorwaltende Zusammenordnung verdient für die Vergleichung der aufeinanderfolgenden Zustände die genaueste Berücksichtigung. Das Vorkommen von Apatit ist nicht ohne Interesse, da es mit den phosphorsauren Verbindungen anderer Eisenerzvorkommen verglichen werden kann.

Breithaupt's *Eisenmohr* ¹⁾ von Ehrenfriedersdorf mit

1) Vollständige Charakteristik, S. 238.

schwarzem Strich, einer sehr deutlichen Spaltungsrichtung, stark magnetisch, ist wohl eine pseudomorphe Bildung von Magneteisenstein nach Eisenglimmer.

5. *Der Hämatit.* Das Eisenoxyd findet sich unmittelbar entstanden als Eisenglanz in einzelnen spieglfächigen Krystallen zwischen den Flächen senkrecht auf die Axe breit, als Product der Sublimation noch wirksamer Vulkane, höchst wahrscheinlich aus Chloreisen abgesetzt. Eine ähnliche Chlorverbindung hat wohl auch die Eisenglanzkrystalle in Thonmergel abgesetzt, welche die Pseudomorphosen von Gyps nach Steinsalz bei Göfsling an der Ips begleiten. Das in Hexaëderform in Thon eingewachsene Steinsalz selbst ist in Aussee, Hallstatt, Hallein und anderwärts von rother Farbe; wird die ganze Mischung hinweggeführt, so ist es also nicht sehr überraschend, in dem Processe als Nebenproduct Eisenglanzkrystalle zu finden.

Uebrigens erscheint der Hämatit unter den mannigfaltigsten Formen, die seine Bildung aus den oben verzeichneten vier Species in den meisten Fällen bezeugen, theils pseudomorph in der Form derselben, theils wenigstens auf ihre Unkosten gebildet.

Höhere Temperatur verwandelt Brauneisenstein in Rotheisenstein, braunen Glaskopf in rothen, wenn auch nicht so einfach, daß es als ein bloßes Glühen betrachtet werden könnte.

Bekannt sind wohl die stenglichen Thoneisensteine von Schlackenwerth in Böhmen als gebrannte Sphärosiderite, die in einzelnen Nieren, Krystalloïden, oder Flötzfragmenten in Porcellanjaspis, gebranntem Thon vorkommen, unter dem sich wieder gebrannter Schieferthon, endlich die wahre fossile Braunkohlenasche findet. Bei der Veränderung des krystallinischen Spatheisensteins zu dichtem Brauneisenstein erscheinen ebenfalls Zerklüftungen, von der Oberfläche nieder. Hr. Hohenegger, Director der Eisenwerke Sr. k. k. Hoheit des durchlauchtigsten Erzherzogs Karl in Schlesien und Galizien, beobachtete eine ähnliche Zerklüftung an einigen Flötzen der der Karpathenformation angehörigen

Sphärosiderite von Kameschnitza bei Teschen, wenn sie geröstet wurden. Man erhielt wahren stenglichen Thoneisenstein.

Man kennt Pseudomorphosen von dichtem Rotheisenstein, oder vielmehr Eisenocher nach Spatheisenstein; dabei bleibt es aber noch ungewiss, ob nicht die Verwandlung in Brauneisenstein vorhergegangen war. Aber die unmittelbare Bildung des krystallisirten Hämatits, des Eisenglanzes auf Unkosten von Spatheisenstein, ist in anderen Varietäten nicht zweifelhaft. Man kennt die grossen flachen Krystalle von Neuberg, von Niederalpel in Steyermark und anderen Orten, die in Spatheisenstein eingewachsen sind. Sie bieten genau das Bild etwa von Eiskrystallen, die sich in Lehmbrei, oder überhaupt von Krystallen, die in einem erfüllten Raum anschliessen, dessen Materie der Krystallisationskraft des neugebildeten Körpers weicht. Grosse Tafeln durchsetzen Spatheisensteinindividuen, die man noch durch die leicht zu beobachtende Theilbarkeit, als ursprünglich ein Continuum ausmachend, nachweisen kann. Häufig ist die gleichzeitige Bildung von Schwefelkieskrystallen, vielleicht als elektro-positiver Gegensatz, die in elektro-negativer Richtung vor sich gehende höhere Oxydation des Eisenoxyduls befördernd, während das Ganze doch als ein katogener Process betrachtet werden muss. In einigen Varietäten von Poloma in Ungarn im k. k. Montanistischen Museum sind die zwischen den tafelartigen Eisenglanzkrystallen entstehenden unregelmässigen eckigen Räume nicht von Spatheisenstein erfüllt, sondern von einem Gemenge von feinkörnigem Kalkspath und gelbem Eisenocher oder Eisenoxydhydrat, augenscheinlich dem Resultat einer späteren anogenen Veränderung, wobei das Eisenoxydul des Spatheisensteins zu Oxydhydrat wurde. Der Kalkspath deutet wohl darauf hin, dass früher auch Ankeit vorhanden war, wie er sich so häufig auch in den oben beschriebenen Varietäten von Neuberg und Niederalpel findet. Der Eisenglanz selbst blieb unverändert.

Die eigentlichen sogenannten Eisenglimmer, wie die von

Waldenstein in Kärnthen und von der Seethalalpe in Steyermark, zeigen eine viel weiter in demselben Sinne vorgeschrittene Veränderung.

Aller Spatheisenstein ist verschwunden, nichts ist zwischen den flachen tafelartigen Eisenglanzkrystallen übrig geblieben, als der Schwefelkies; aber jene Tafeln sind auch selbst nicht mehr von zwei parallelen ebenen Flächen der krystallographischen Basis begränzt, sondern sie sind gekrümmt und ganz unter einander verschoben, gerade so, wie sich diess während eines fortgesetzten langsamen, aber kräftigen Druckes gestalten mußte.

Aber auch ohne dieser Pressung finden sich unbezweifelte Beispiele von Vorkommen von Eisenglanz an der Stelle, welche früher von Spatheisenstein erfüllt war. Unter der Aufschrift: „*Eisenglimmer (Göthit) aus dem Siegenschen*“, bewahrt das k. k. Montanistische Museum ein schönes Stück dieser Art. Es ist das so häufige grofskörnige Gemenge von Kalkspath röthlich, krummblättrig, mit Kupferkies, Fahlerz und — sollte man es erwarten — Spatheisenstein.

Die ersteren drei sind gleichförmig in ihrer Masse, der letztere aber fehlt gänzlich. Anstatt desselben finden sich gröfsere und kleinere Drusen, mit feinen Eisenglanztafeln besetzt, und genau so, wie man das Innere von Pseudomorphosen zu finden pflegt. Es ist aber nicht eine Pseudomorphose nach einem Krystalle, sondern nach der unregelmässigen Gestalt einer derben Masse. Hier wurde die Pressung durch die Spannung der übrigen Species gegen einander verhindert.

Eisenglimmer kommt mit Kupferkies bei Schmölnitz in Ungarn vor.

Der galvanische Gegensatz von Kupferkies, einem Sulfuret und Eisenglanz, einem Oxyd, erscheint zunächst dem Contact der beiden Species sehr schön in den angelaufenen Farben des Kupferkieses an einer Varietät von Schmölnitz in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet. Derber Kupferkies ist umgeben von grofsen, tafelartigen, gekrümmten Eisenglanzkrystallen in schaliger Zusammensetzung, wahren,

doch großblättrigem Eisenglimmer. Zunächst der Berührung der beiden Species ist der Kupferkies mit den lebhaftesten bunten Farben angelaufen, entfernt davon zeigt er seine spezifische messinggelbe Farbe, höchstens ein gleichfarbiges goldgelbes Anlaufen. Wie in v. Kobell's Versuch das Zinkblech, auf welches der Kupferkies in eine Kupfervitriollösung gelegt wird, wirkte hier dasjenige Mineral, aus dessen Oxydation der Eisenglanz hervorging; dieß war also wohl kein anderes, als der eigentlich in der Bildung mit Kupferkies auf Lagern gänzlich gleichzeitig, katonen, derb gebildete Spath Eisenstein.

Die Pseudomorphose des Hämatits nach Brauneisenstein, vorzüglich des rothen Glaskopfs nach braunem, war es, welche die Veranlassung zu dem gegenwärtigen Aufsatze gab, und im Vorhergehenden ausführlich dargelegt wurde.

Hämatit unmittelbar nach Schwefelkies ist eine seltenere Form, doch nicht ohne Beispiel, so an einem Stücke in der Sammlung des k. k. Montanistischen Museums größere Krystalle an der Oberfläche zu dichtem oder ocherigem Rotheisenstein geworden, der sich in Schalen ablöst. Auch Dufrénoy beschreibt vollkommen dichten, aber sehr weichen Rotheisenstein in Octaëdern nach Pyrit gebildet aus Peru.

Hämatit ist endlich deutlich pseudomorph nach Magnetit, an den in den Eisenglimmerschiefer aus Brasilien eingewachsenen Octaëdern bekannt.

Es möge hier noch erwähnt werden, daß wahre Granite, aus Quarz, Adular und Glimmer bestehend, von den obigen fünf Species wohl nur den Schwefelkies und den Eisenglanz enthalten. In der Bildung dieser besteht die von dem Zustand an der Erdoberfläche entfernteste Auegleichung der Verwandtschaften. Ich habe nicht neuerlich Gelegenheit gehabt, die Mehrzahl der bekannten Granite in den Sammlungen zur Bestätigung durchzugehen. Daß man aber durchaus nur neue Vergleichen zum Grunde legen müsse, ist wohl augenscheinlich, eben weil so manche literarische Nachweisungen für gleichzeitiges Vorkommen aller Species aufgefunden werden könnten.

Die Erniedrigerlagen von Brauneisenstein, Spath Eisenstein, Magneteisenstein, Eisenglanz erscheinen nach allen Vergleichen in ähnlicher metamorphischer, und zwar katogener Reihenfolge, wie die aufeinanderfolgenden Zustände von vegetabilischen Producten ursprünglicher Bildung, Torf, Treibholz und Humus als Anhaltspunkt, und die von Braunkohle, Alpenkohle, Schwarzkohle, Anthracit, Graphit.

Man ist bisher zwar sehr sorgfältig in der Aufzeichnung und der Angabe des Zusammenvorkommens der Mineralien gewesen, aber die Art und Weise ihrer Gruppierung tritt eigentlich jetzt erst mit Macht in die Aufgaben der Mineralogen und Geognosten ein. Wenn auch durch Erinnerung an Beobachtungen in der Natur geleitet, sind die im Vorhergehenden aufgezählten Bemerkungen doch eigentlich auf das Studium von Handstücken gegründet. Es würde nutzlos seyn, durch Literaturquellenstudium, durch Citiren von Beschreibungen Belege zu suchen, die zwar nicht fehlen, aber doch erst nach dem Vorkommen deutlicher Stücke in der Natur beurtheilt und gesichtet werden müssen.

Sie würden daher wenig zur Sache beigetragen haben; dagegen gewährt es das größte Interesse und gewiß auch den sichersten Erfolg, mit den genau untersuchten Stücken wieder an die Natur zu gehen, in den Vorkommen an Ort und Stelle das zu ergänzen, was das Studium der kleinen Fragmente, die wir in unseren Sammlungen bewahren, unvollständig liefs. Diese Forschungen geben dann neuerdings Anlaß zu genauerer mineralogischer und chemischer Untersuchung neu gesammelter Exemplare, bis es uns endlich gelingt, die unwandelbaren Naturgesetze mit jeder einzelnen der oft so vieldeutigen Beobachtungen in Uebereinstimmung zu bringen.

Es darf wohl ohne Fehler angenommen werden, daß das Eisenoxyd, der Hämatit oder Rotheisenstein, wenn auch fein zertheilt, die färbende Materie sey für rothe Porphyre, Sandsteine, Mergel, Thone, rothe Jaspisse und Eisenkiesel, Marmor u. s. w., daß eben so das Eisenoxydhydrat, der Göthit, Brauneisenstein die Färbung so mancher gelber und brauner Mineralien und Gebirgsarten bedinge, wäh-

rend Schwarz, Grau, zum Theil Grünlich die Gegenwart von Eisenoxydul, Magnetit oder auch Schwefeleisen, Pyrit verräth, und Grün auf Eisenoxydul deutet. Veränderungen in den Farben lassen auf Veränderungen des Zustandes schliessen, genau wie bei den Pseudomorphosen.

Man findet in unserem Alpenkalke die gleichen Ammoniten, Belemniten, Orthoceratiten in gelblichen, grauen und rothen Marmorschichten. Nur die ersteren haben den Oxydationszustand des Eisens bewahrt, bei dem organisches Leben, also auch die frühere Existenz jener Thiere möglich ist. Der Pressung in katogener Richtung entsprechend, entstehen die grauen Farben durch Reduction. Eine verhältnismässig erhöhte Temperatur röthet von Aufsen hinein früher gelbe Lagen oder Fragmente, wie man es nicht selten zu beobachten Gelegenheit findet. Viel Einzelnes ist über gleichzeitige Verhältnisse in dieser Beziehung schon bekannt gemacht worden. Auch ich habe manche dahin gehörige Beobachtungen gesammelt, auf deren Zusammenstellung ich ein anderes Mal zurückzukommen hoffe.

VI. Mineralanalysen; von C. Rammelsberg.

Achmit.

Ueber die Zusammensetzung dieses Minerals herrschten bisher noch einige Zweifel, in sofern dasselbe, nach v. Kobell, neben Eisenoxyd auch Oxydul, und ausserdem 3½ Proc. Titansäure enthält.

Ich habe möglichst frische Krystallfragmente von schwarzer Farbe und schwarzen glänzenden Bruchflächen einigen Versuchen unterworfen. Ihr spec. Gewicht war = 3,43, in Pulverform = 3,53.

Um einen Gehalt an Eisenoxydul aufzufinden und zu bestimmen, wählte ich Forchhammer's Methode, wonach das Pulver mit einem Gemisch aus Schwefelsäure, Chlor- und Fluorwasserstoffsäure in einer Platinretorte einige Zeit gekocht wird. Goldchlorid zeigte aber in der verdünnten und filtrirten Flüssigkeit nur eine kaum merkliche Menge Eisenoxydul an, die ich auf Rechnung von beigemengtem Titaneisen setze.

Auch mittelst metallischen Kupfers ergab sich bei ähnlicher Behandlung des Achmits die Abwesenheit des Oxyduls; denn, obgleich diese Versuche quantitativ nicht ganz genau seyn können, wurden doch 33,25 — 35,5 — 35,85 Proc. Eisenoxyd erhalten.

Achmitpulver, mit Chlorwasserstoffsäure gekocht, liefert eine Flüssigkeit, in welcher sich neben dem Eisenoxyd kein Eisenoxydul nachweisen läßt, und dasselbe ist der Fall, wenn man das Mineral durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufschlieft.

Eine besondere Analyse gab:

Kieselsäure	54,13 Proc.
Eisenoxyd	34,44 -

Beide Stoffe wurden auf Titansäure geprüft, und daraus so viel derselben erhalten, daß ihre Menge 3,1 Proc.

des Minerals betrug; sie war indessen noch ziemlich kiesel-säurehaltig.

Es ist gewifs nicht unwahrscheinlich, dafs der Achmit mit Titaneisen innig gemengt ist, und seine Zusammensetzung als $\text{Na}\ddot{\text{Si}} + \text{Fe}\ddot{\text{Si}}^2$ möchte wohl als sicher gelten können.

Apatit.

Der schöne krystallisirte Apatit vom Schwarzenstein im Zillerthal gab mir:

Kalkerde	55,31
Chlor	0,07

Nach der Formel $\text{Ca} \left\{ \begin{array}{l} \text{Fl} \\ \text{Cl} \end{array} \right. + 3\text{Ca}^3\text{P}$ muß er enthalten:

oder:

Kalkerde	49,66	Kalkerde	55,31
Phosphorsäure	42,58	Phosphorsäure	42,58
Calcium	4,06	Chlor	0,07
Chlor	0,07	Fluor	3,63
Fluor	3,63		<u>101,59.</u>

100.

Versuche, den Fluorgehalt nach Wöhler's Methode direct zu bestimmen, gaben indessen höchstens 0,93 Proc., und es bleibt noch zu ermitteln, ob dieß der Methode zuzuschreiben sey, oder die Formel doch einer Modification bedarf.

Apophyllit.

Ich habe den Apophyllit von Andreasberg untersucht, und gleichzeitig einige andere Fragen in Betreff der Zusammensetzung dieses Minerals zu lösen versucht.

Wenn man Apophyllit durch Chlorwasserstoffsäure zer-setzt, so scheidet sich der größte Theil der Kieselsäure ab. Durch Auflösen in Fluorwasserstoffsäure u. s. w. über-zeugte ich mich, dafs kein Kieselfluorkalium oder Calcium dabei war, was man vielleicht vermuthen konnte.

Bekanntlich giebt die Auflösung mit Ammoniak eine Fä-lung, welche leicht für Thonerde gehalten wird, aber, wie

Berzelius gezeigt hat, $\text{Ca}^2\text{Si}^2 + 9\text{CaFl}$ ist, eine Verbindung, welche auch entsteht, wenn Fluorcalcium und Kieselsäure mit Chlorwasserstoffsäure digerirt werden, worauf man Chlorcalcium hinzufügt und durch Ammoniak fällt.

Berzelius erhielt aus dem Apophyllit von Utö 4,82 Proc. dieser Verbindung. Ich bekam in zwei Versuchen mit demselben Mineral nur 0,75 und 2,32 Proc., während mir der Apophyllit von Andreasberg 3,43 und 4,01 Proc. lieferte.

Nun ist die Zusammensetzung dieses Fluosilikats folgende:

Calcium	45,93 = Kalk	64,17
Kiesel	8,43 = Kieselsäure	17,55
Fluor	31,97	
Sauerstoff	13,67	
	<u>100.</u>	

Danach wäre der Fluorgehalt:

Utö	1,54 (Berzelius)
	0,24
	0,74
Andreasberg	1,09
	1,28.

Wöhler's Methode der Fluorbestimmung gab mir für den Apophyllit von Utö 0,46 Proc., eine andere noch weniger. Gewiß liegt der Grund dieser Abweichungen in den Methoden, da man doch nicht annehmen kann, der Fluorgehalt sey in Stücken von demselben Fundorte ungleich.

Zur Vergleichung diene hier Berzelius's Analyse des Apophyllits von Utö und die meinige vom Andreasberger Mineral (auf das corrigirte Atomgewicht der Kalkerde berechnet).

	Utö B.	Andreasberg R.
Kieselsäure	52,13	51,33
Kalkerde	24,43	25,86
Kali	5,27	4,90
Fluor	1,54	1,28
Wasser	16,20	nicht bestimmt
	<u>99,57.</u>	

Welches ist nun die Constitution des Ganzen? In welcher Form ist das Fluor darin enthalten?

Dafs das bei der Analyse erhaltene Fluosilikat im Minerale nicht präexistirt, darf kaum bezweifelt werden. Die geringe Menge des Fluors (1 At. gegen 15 At. Kieselsäure) läfst die Vorstellung nicht zu, dafs wir es mit der Verbindung eines Fluorürs (Doppelfluorürs) mit einem Silikat (Doppelsilikat) in bestimmten Verhältnissen zu thun haben.

Wäre es erlaubt, hier eine Hypothese aufzustellen, so könnte man annehmen, *das Fluor vertrete einen Theil des Sauerstoffs*, der Apophyllit sey also ein Doppelsilikat von Kalk und Kali, in welchem ein Theil des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt ist, so dafs er *Kieselfluorcalcium + Kieselfluorkalium* enthält. Das Doppelsilikat ist aber gewifs nichts anderes als:



oder vielleicht ganz einfach:



Arseniosiderit.

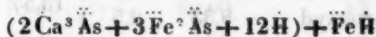
Da Dufrénoy's Analyse zu keinem einfachen Ausdruck führt, so habe ich das Mineral von Neuem untersucht. Spec. Gewicht = 3,88. An Wasser giebt es weder Schwefelsäure noch Arseniksäure ab; es enthält weder Eisenoxydul, noch Kieselsäure oder Kohlensäure.

		Sauerstoff.
Arseniksäure	39,16	13,59
Eisenoxyd	40,00	12,00
Kalkerde	12,18	3,46
Wasser	8,66	7,69
	100.	

Die Säure, direct bestimmt, betrug ein wenig mehr, wegen einer Beimischung von Schwefel im Schwefelarsenik.

Dufrénoy giebt nur 8,43 Kalk und 34,26 Arseniksäure an.

Jene Zahlen gehören einer Verbindung an, welche 5 $\ddot{\text{As}}$, 6 $\ddot{\text{Ca}}$, 7 $\ddot{\text{Fe}}$ und 13 $\ddot{\text{H}}$ enthält, darstellbar durch:



oder $2(\text{Ca}^{\circ}\ddot{\text{As}} + 2\ddot{\text{H}}) + [3(\text{Fe}\ddot{\text{As}} + \ddot{\text{H}}) + 2\text{Fe}^{\circ}\ddot{\text{H}}^{\circ}]$
und enthaltend:

Arseniksäure	40,52
Eisenoxyd	39,37
Kalkerde	11,88
Wasser	8,23
	<hr/> 100.

Boulangerit.

Ein in faserig zusammengehäuften Massen vorkommendes schwarzgraues weiches Mineral von der Antimongrube bei Wolfsberg ist von Zincken als Boulangerit bestimmt worden, und ich habe dies durch Ermittlung des Blei- und Schwefelgehalts von chemischer Seite bestätigt. Die mittelst Chlorgas ausgeführte Analyse gab nämlich:

Schwefel	18,91
Blei	55,15

was mit den bisherigen Analysen und der Formel $\text{Pb}^{\circ}\text{Sb}^{\circ}$ übereinstimmt.

Das spec. Gewicht fand ich an Stücken 5,75, am Pulver 5,96.

Epidot.

I. Epidot von der Rothlaue am rechten Aarufer, bei Guttannen im Haslithal des Berner Oberlandes. Ich erhielt diese schöne dunkel graubraune, durchsichtige und krystallisirte Varietät von Hrn. Wisser in Zürich, der sie schon früher beschrieben hat ¹⁾.

Ich fand das spec. Gewicht = 3,387.

1) Leonhard's Jahrbuch, 1838, S. 160.

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	44,56		23,15
Thonerde	23,72	11,07	} 13,57
Eisenoxyd	8,33	2,5	
Kalkerde	24,71		7,02
	<u>101,32.</u>		

II. Epidot von Arendal, der schon von Vauquelin und Geffken mit ansehnlicher Differenz im Eisengehalt untersucht wurde.

Das geschlämmte Pulver tritt an Chlorwasserstoffsäure nur Eisenoxyd, kein Oxydul ab.

Durch starkes Glühen wird der Epidot bekanntlich durch Säuren zersetzbar. Während sich sein absolutes Gewicht hierbei kaum um 1 Proc. vermindert, ändert sich das spec. Gewicht merklich. Ich fand dasselbe

vor dem Glühen = 3,403
nach dem Glühen = 3,271.

Das Resultat einer Analyse war:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	37,98		19,73
Thonerde	20,78	9,7	} 14,87
Eisenoxyd	17,24	5,17	
Kalkerde	23,74	6,74	} 7,17
Talkerde	1,11	0,43	
	<u>100,85.</u>		

Ueber die Formel des Epidots, mit Rücksicht auf die übrigen Analysen, s. das 2te Supplement meines Handwörterbuchs, S. 48.

Kupferoxyd, arseniksaures.

Ich habe neuerlich das *Strahlers* (Breithaupt's Klinoklas) aus Cornwall untersucht.

Spec. Gewicht = 4,258, als Pulver = 4,359.

		Sauerstoff.	
Arseniksäure	29,71	10,31	} 10,67
Phosphorsäure	0,61	0,36	
Kupferoxyd	60,00		12,10
Wasser	7,64		6,79
Eisenoxyd	0,39		
Kalkerde	0,50		
Kieselsäure	1,12		
	100.		

Da die Sauerstoffmengen = 5 : 6 : 3 sind, so ist das Strahlerz:

$\text{Cu}^6\text{As} + 3\text{H}$ oder $3\text{Cu}^3\text{As} + \text{CuH}$,
und muß enthalten:

Arseniksäure	30,30
Kupferoxyd	62,59
Wasser	7,11
	100.

Es entspricht also dem Phosphorochalcit in der Zusammensetzung.

Manganocalcit.

Unter diesem Namen erhielt ich von Hrn. Prof. Breithaupt ein fleischrothes strahliges Fossil von Schemnitz, welches, nach der Untersuchung jenes Mineralogen, ein Aragonit ist. Ich fand darin:

Kohlensaures Manganoxydul	67,48
Kohlensaure Kalkerde	18,81
Kohlensaure Talkerde	9,97
Kohlensaures Eisenoxydul	3,22
	99,48.

Nickelglanz.

Der Arseniknickelglanz von der Grube Albertine bei Harzgerode, welcher dort mit Antimonnickelglanz zusammen vorgekommen ist ¹⁾, hat, nach meinen Wägungen, ein spec. Gewicht = 5,61 — 5,65, und enthält:

1) S. diese Annalen, Bd. 64, S. 189.

Nickel	30,30
Eisen	6,00
Arsenik	44,01
Antimon	0,86
Schwefel	18,83
	<u>100.</u>

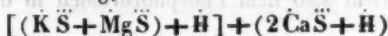
Er entspricht der Formel $\text{NiS}^2 + \text{NiAs}^?$.

Polyhalit.

Der rothe Polyhalit von Aussee in Steiermark enthält nach meinen Versuchen:

Schwefelsaure Kalkerde	45,43	Wasser	5,24
Schwefelsaure Talkerde	20,59	Eisenoxyd	0,33
Schwefelsaures Kali	28,10	Kieselsäure	0,10
Chlornatrium	0,11		<u>100.</u>

Dies stimmt ganz mit Stromeyer's Analyse des Polyhalits von Ischl überein, und beweist die Eigenthümlichkeit der Verbindung, die man sich als



vorstellen kann.

Prehnit.

Der Prehnit aus dem Gabbro des Radauthals am Harz ist von Amelung in meinem Laboratorio untersucht worden.

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	44,74		23,24
Thonerde	18,06	8,43	} 10,64
Eisenoxyd	7,38	2,21	
Kalkerde	27,06	7,69	} 7,95
Natron	1,03	0,26	
Wasser	4,13		3,67
	<u>102,40.</u>		

Er entspricht also der allgemeinen Formel Walmstedt's: $\text{Ca}^2 \text{Si} + \text{R Si} + \text{H}$.

Psilomelan.

Von Hrn. G. Leonhard erhielt ich einen harten trau-
bigen Psilomelan aus der Umgegend von Heidelberg, des-
sen Untersuchung folgendes Resultat lieferte:

Kieselsäure	0,90	Manganoxydul	70,17
Kali	2,62	Sauerstoff	15,16
Baryt	8,08	Wasser und Verlust	1,43
Kalk	0,60		100.
Talkerde	0,21		
Kobaltoxyd	0,54		
Kupferoxyd	0,30		

70,17 Mn enthalten 15,74 Sauerstoff, woraus hervorgeht, daß nicht alles Mangan als Superoxyd vorhanden ist. Nimmt man, meinen früheren Versuchen zufolge, an, der Psilomelan sey eine Verbindung von Basen R, worunter auch Mn, mit Mn in dem Verhältniß $R Mn^2$, so enthält die vorliegende Abänderung:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	0,90	
Kali	2,62	0,44
Baryt	8,08	0,84
Kalk	0,60	0,17
Talkerde	0,21	0,08
Kobaltoxyd	0,54	0,11
Kupferoxyd	0,30	0,06
Manganoxydul	4,68	1,05
Mangansuperoxyd	30,02	11,00
- (beigemengt)	50,17	
Wasser und Verlust	1,88	
	100.	

Pyrophyllit.

Der sibirische Pyrophyllit ist bereits durch die Untersuchung von Hermann bekannt ¹⁾. Ich habe eine sehr charakteristische weisse Abänderung aus der Gegend von Spaa analysirt.

1) Diese Annalen, Bd. 15, S. 592.

Nickel	30,30
Eisen	6,00
Arsenik	44,01
Antimon	0,86
Schwefel	18,83
	100.

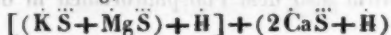
Er entspricht der Formel $\text{NiS}^2 + \text{NiAs}^2$.

Polyhalit.

Der rothe Polyhalit von Aussee in Steiermark enthält nach meinen Versuchen:

Schwefelsaure Kalkerde	45,43	Wasser	5,24
Schwefelsaure Talkerde	20,59	Eisenoxyd	0,33
Schwefelsaures Kali	28,10	Kieselsäure	0,10
Chlornatrium	0,11		100.

Dies stimmt ganz mit Stromeyer's Analyse des Polyhalits von Ischl überein, und beweist die Eigenthümlichkeit der Verbindung, die man sich als



vorstellen kann.

Prenhit.

Der Prenhit aus dem Gabbro des Radauthals am Harz ist von Amelung in meinem Laboratorio untersucht worden.

Sauerstoff.

Kieselsäure	44,74		23,24
Thonerde	18,06	8,43	} 10,64
Eisenoxyd	7,38	2,21	
Kalkerde	27,06	7,69	} 7,95
Natron	1,03	0,26	
Wasser	4,13		3,67

102,40.

Er entspricht also der allgemeinen Formel Walmstedt's: $\text{Ca}^2 \text{Si} + \text{R Si} + \text{H}$.

Psilomelan.

Von Hrn. G. Leonhard erhielt ich einen harten trau-
bigen Psilomelan aus der Umgegend von Heidelberg, des-
sen Untersuchung folgendes Resultat lieferte:

Kieselsäure	0,90	Manganoxydul	70,17
Kali	2,62	Sauerstoff	15,16
Baryt	8,08	Wasser und Verlust	1,43
Kalk	0,60		100.
Talkerde	0,21		
Kobaltoxyd	0,54		
Kupferoxyd	0,30		

70,17 Mn enthalten 15,74 Sauerstoff, woraus hervorgeht, dafs nicht alles Mangan als Superoxyd vorhanden ist. Nimmt man, meinen früheren Versuchen zufolge, an, der Psilomelan sey eine Verbindung von Basen R, worunter auch Mn, mit Mn in dem Verhältnifs $R Mn^2$, so enthält die vorliegende Abänderung:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	0,90	
Kali	2,62	0,44
Baryt	8,08	0,84
Kalk	0,60	0,17
Talkerde	0,21	0,08
Kobaltoxyd	0,54	0,11
Kupferoxyd	0,30	0,06
Manganoxydul	4,68	1,05
Mangansuperoxyd	30,02	11,00
- (beigemengt)	50,17	
Wasser und Verlust	1,88	
	100.	

Pyrophyllit.

Der sibirische Pyrophyllit ist bereits durch die Untersuchung von Hermann bekannt ¹⁾. Ich habe eine sehr charakteristische weisse Abänderung aus der Gegend von Spaa analysirt.

1) Diese Annalen, Bd. 15, S. 592.

71,07			Sauerstoff.	
18,16	Kieselsäure	66,14	34,36	
1,13	Thonerde	25,87	12,08	
100	Talkerde	1,49	0,58	0,69
	Kalkerde	0,39	0,11	
	Wasser	5,59	4,99	
		99,48.		

Dieses weicht von Hermann's Analyse ab, welche 75,79 Si, 29,46 Al, 4,00 Mg und 5,62 H giebt.

Die geringe Menge der Kalk- und Talkerde macht es unthunlich, sie in die Formel mit aufzunehmen. Bringt man sie als Bisilikate in Abzug, so bleibt:

Si	63,49	oder	66,87
Al	25,87		27,25
H	5,59		5,88
	94,95		100.

Dies giebt ungefähr die Formel $\text{AlSi}^3 + \text{H}$, welche 69,65 Si, 25,73 Al und 4,62 H verlangt. Besser stimmt freilich $\text{Al}^2\text{Si}^3 + 2\text{H}$ damit überein, = 65,66 Si, 29,22 Al, 5,12 H.

Scheelit.

Der gelbe und röthliche Scheelit von Neudorf bei Harzgerode hat ein spec. Gewicht = 6,03 und enthält:

Wolframsäure	78,64
Kalkerde	21,56
	100,20.

Schwerspath.

In der Braunkohlengrube von Görzig in Anhalt-Cöthen kommt Schwerspath auf einem grauen Mergel vor, in kleinen, nicht gut meßbaren Krystallen, die sich durch einen großen Strontiangehalt auszeichnen.

Ihr spec. Gewicht ist = 4,488.

Die Analyse gab:

Schwefels. Baryt 83,48

Strontian 15,12

Kalk 0,89

Erdige Beimengung 0,25

99,74

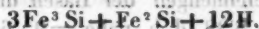
Obwohl die Isomorphie von Baryt und Strontian bekannt ist, so wäre es doch interessant, bei der bekannten Abweichung der Prismenwinkel am Schwerspath und Cölestin von jener Varietät meßbare Krystalle zu untersuchen.

Thuringit.

Dies von Breithaupt bei Saalfeld aufgefunden Mineral bildet mit Chlorwasserstoffsäure eine Gallerte. Es enthält beide Oxyde des Eisens, welche durch besondere Versuche bestimmt wurden.

		Sauerstoff.
Kieselsäure	22,41	11,64
Eisenoxyd	21,94	6,58
Eisenoxydul	42,60	9,47
Talkerde	1,16	0,45
Wasser	11,89	10,57
	100.	

Die wahrscheinlichste Formel hierfür würde seyn:



Sie fordert:

Kieselsäure	23,77
Eisenoxyd	20,59
Eisenoxydul	41,74
Wasser	13,90
	100.

Weifsgültigerz.

Ich habe das ächte Werner'sche Weifsgültigerz von »Hoffnung Gottes« bei Freiberg untersucht, welches Freiesleben mir aus seiner reichen Sammlung mittheilte. Es ist derb, feinkörnig, durchaus homogen, nur hie und da mit etwas Blende und Schwefelkies durchwachsen.

Spec. Gewicht = 5,438 und 5,465.

Vor dem Löthrohr giebt es die Reaction von Schwefel, Antimon und Blei; nach längerem Blasen bleibt ein Rückstand, welcher beim Abtreiben auf der Kapelle ein Silberkorn löst.

Zwei Analysen mit Chlorgas, von denen in der ersten Schwefel und Antimon, in der zweiten das Antimon nicht direct bestimmt wurden, ergaben:

	I.	II.
Schwefel		22,53
Antimon		(22,39)
Blei	36,51	38,36
Silber	5,92	5,78
Eisen	3,72	3,83
Zink	3,15	6,79
Kupfer	0,19	0,32
		100.

Berechnet man den Schwefel für die Metalle auf Sb und R, so erhält man nur 20,84, was in der Anwesenheit von Fe als Schwefelkies seinen Grund hat.

Da die Schwefelmengen der Basen und des Schwefelantimons = 12,64 : 8,38, d. h. nahe = 9 : 6 sind, so könnte man das Weisg  ltigerz als $R^3 Sb^2$ betrachten. Da jedoch etwas Zn und Fe als Beimengungen in Abzug kommen, so wird das Verhältniß von 4 : 3, wie es in den Fahlerzen besteht, viel wahrscheinlicher. Es ist danach gleichsam ein bleihaltiges Fahlerz,

$R^4 Sb$ oder $Pb^4 \left\{ \begin{matrix} Sb \\ Ag \end{matrix} \right\} + Zn^4 \left\{ \begin{matrix} Sb \\ Fe \\ Cu \end{matrix} \right\}$,
indem die Schwefelmengen beider Reihen der Basen ziemlich gleich groß sind.

77,05 Wolfram.

Mit Rücksicht auf die Frage, welche Oxydationsstufe des Wolframs das Mineral enthält, habe ich einige Versuche angestellt.

Geschlämmter Wolfram (von Zinnwald), in einem verschlossenen Gefäße mit Chlorwasserstoffsäure ohne Erwärmen behandelt, gab eine Flüssigkeit, in welcher beide Oxyde des Eisens enthalten waren.

Braunes Wolframoxyd reducirt Eisenoxysalze, und verwandelt sich in Wolframsäure, wie schon Margueritte angegeben hat.

Wolframsäure übt auf Eisenoxysalze keine merkliche Wirkung aus.

Wolframsaures Eisenoxydul läßt sich auf nassem Wege jedenfalls darstellen.

Das Sicherste bleibt für jetzt die directe Bestimmung der Säure im Mineral. Ich erhielt, unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln, 76,11 Procent derselben aus dem Wolfram von Zinnwald, übereinstimmend mit Ebelmen, und der Gesamtmenge von Wolfram und Sauerstoff in den Analysen vom Grafen Schaffgotsch (75,33–75,87), obwohl derselbe direct 82,51 Proc. erhalten zu haben angiebt.

Hr. Dr. Kussin in Hallein hat mir die Resultate seiner Analysen des Wolframs (von Zinnwald) brieflich mitgetheilt, welche meine Versuche bestätigen. Er erhielt nämlich:

	1.	2.	3.
Wolframsäure	75,89	75,92	75,90
Eisenoxydul	9,43	9,38	9,40
Manganoxydul	13,80	14,04	13,86
	99,12	99,34	99,16.

Eine bisher noch nicht untersuchte Abänderung, die von Harzgerode, deren spec. Gewicht = 7,143 ist, gab mir bei der Analyse:

Wolframsäure 75,56

Eisenoxydul 20,17

Manganoxydul 3,54

99,27.

Ich halte demnach die Ansicht, daß das Mineral Wolframsäure enthält, für die wahrscheinlichste, und es bedarf nur noch einer Reihe genauer Bestimmungen der Quantität dieser Säure, wobei die Methode von Berzelius (dessen Lehrb. Bd. 10, S. 90) als die beste anzuwenden wäre.

Zinnkies.

Ich habe neuerlich den Zinnkies von Zinnwald, welcher von Breithaupt mir gütigst mitgetheilt wurde, der Analyse unterworfen. Spec. Gewicht = 4,506.

Schwefel 29,89

Zinn 28,94

Kupfer 26,31

Eisen 6,80

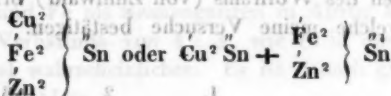
Zink 6,93

Blei 0,41

99,28.

Das Blei rührt von ein wenig Bleiglanz her, welcher nebst Blende diesen Zinnkies begleitet.

Da die Schwefelmengen der Sulfurete und des Zinnsulfids gleich sind, so bestätigt sich die Formel von Kundernatsch:



Wolframsäure	75,56	75,56
Eisenoxydul	20,17	20,17
Manganoxydul	3,54	3,54
	99,27	99,27

Eine Probe noch nicht untersuchte Abänderung, die von Hainzendorf, deren spec. Gewicht = 7,143 ist, gab mir bei der Analyse:

VII. Bestimmung der magnetischen Inclination und Intensität für Berlin im Jahre 1846;

von A. Erman.

I. Inclination. Die hier darzustellenden Beobachtungen habe ich im Freien, an demselben Punkte gemacht, an dem ich die Inclination schon früher, und zuletzt im September 1838 bestimmte. Er liegt unter: $52^{\circ} 31' 36''$ Breite und $11^{\circ} 4' 49''$ O. v. Paris.

Das dazu gebrauchte Gambey'sche Inclinatorium ist dasselbe welches ich auf meiner Reise um die Erde angewendet habe, und, außer den Excentricitäten der Schwerpunkte für die zu diesem Instrumente gehörigen Nadeln, ist seitdem alles an ihm unverändert geblieben. Es gilt dies namentlich auch von den achatnen Axenlagern desselben, welche noch immer so gestellt sind, daß sie der auf ihnen ruhenden Nadelaxe eine Neigung von nur $8' 27''$ gegen eine, zu der aufrechten Axe des Inclinatoriums rechtwinklichten Ebene geben. Aus der Theorie der Beobachtungen mit diesem Instrumente, die ich früher bekannt gemacht habe (*Reise um die Erde, physikalische Beobachtungen*, Bd. 2, S. 9 bis 24, 48 bis 50), folgt:

- 1) daß die eben genannte Neigung der Axenlager bei weitem zu klein ist, um einen bemerkbaren Einfluß auf irgend eine abgelesene Stellung der Nadeln auszuüben;
- 2) daß der Verticalkreis des Instruments bis auf völlig unmerkliche Größen, in den magnetischen Meridian gebracht wird, wenn man ihn in die Mitte zwischen denjenigen zwei Stellungen versetzt, bei welchen die in ihm befindliche Nadel senkrecht war, und
- 3) daß man auch von dem etwaigen Collimationsfehler jenes Kreises, d. i. von dem Winkel zwischen seinem mit 90° bezeichneten Durchmesser und zwischen einem

anderen, im Vertical der Nadelaxe gelegenen, ganz frei wird, wenn man, anstatt jeder einzelnen Ablesung an der Nadel, das arithmetische Mittel aus zweien anwendet, bei denen die Nadelaxe gegen die Weltgegenden gleiche, gegen den verticalen Limbus des Instruments aber entgegengesetzte Lagen hatte.

Bekanntlich bleibt nun aber jede abgelesene Stellung der Nadel, selbst wenn sie unter diesen vereinfachenden Umständen und bei bekanntem Azimut ihrer Axe geschehen ist, von vier unbekannten Größen abhängig. Die eine ist die, hier mit i zu bezeichnende, *gesuchte Inclination der magnetischen Kraft*. — Die drei anderen lassen sich mit den wenigsten Worten definiren, wenn man sich zuvor, anstatt der Drehungsmomente welche die Erde auf sämtliche magnetische Theilchen der auf ihren Lagern befindlichen Nadel ausübt, einen, diese Einwirkung genau ersetzenden, dem Erdmagnetismus parallelen, aber nur an einem Punkte angebrachten Zug denkt. Bekanntlich hat dann das Perpendikel von diesem Punkte, den ich den *Magnetpunkt* nennen will, eine mit der Nadel fest verbundene, und nur von der Kraftvertheilung in dem Stahle desselben abhängige Richtung. Dieses Perpendikel ist namentlich eine der magnetischen Axen der Nadel. Was aber die Länge desselben und die Intensität der im Magnetpunkte wirksamen Kraft betrifft, so ist nur das Product aus diesen beiden Größen in jedem Augenblick als völlig bestimmt, ihr Quotient aber als willkürlich zu betrachten ¹⁾. Man kann darüber unter andern so disponiren, daß man die, ohne Rücksicht auf ihre Vorzeichen summirten, Producte des Erdmagnetismus in die südlichen und nördlichen Kräfte der Nadel, dem Gewichte der letzteren gleich annimmt. Die Drehungsmomente, welche beziehungsweise von der Schwere und vom Erdmagnetismus auf die Nadel ausgeübt werden, verhalten sich dann zu einander, wie der Abstand ihres Schwerpunktes von der Drehungsaxe, zu dem Abstände ihres

1) Jenes Product ist auch, bei einerlei Streichung der Nadel, für alle unter einander parallelen Drehungsaxen identisch.

Magnetpunkts von derselben. Auch giebt es dann mancherlei Mittel um jeden dieser beiden Abstände, und mithin auch ihre Producte mit dem Gewichte der Nadel, oder jedes der beiden Drehungsmomente, in absolutem Maasse zu bestimmen:

Die drei erwähnten Unbekannten, von denen jede, bei bekanntem Azimute der Drehungsaxe, abgelesene Stellung der Nadel abhängt, sind aber demnächst, wenn man unter *Collimationslinie der Nadel* die ihre Spitzen verbindende Grade versteht:

P oder der Winkel zwischen dem Perpendikel vom Schwerpunkt auf die Drehungsaxe (dessen Länge $= p$ sey) und zwischen einer bestimmten Hälfte der Collimationslinie.

K oder der Winkel zwischen dem Perpendikel vom Magnetpunkt auf die Drehungsaxe (dessen Länge $= x$ sey) und zwischen derselben Hälfte der Collimationslinie;

und $k = \frac{p}{x}$ oder der Quotient aus den Abständen des

Schwerpunkts und des Magnetpunkts von der Drehungsaxe. Liest man nun, während sich der Verticalkreis des Inclinatoriums im Meridian, und eine bezeichnete senkrechte Fläche der Nadel zuerst vorn und dann hinten befindet, die Neigungen der Collimationslinie der Nadel I und I' ab, so ist bekanntlich jede dieser Zahlen durch eine von zweien, wesentlich verschiedenen, Gleichungen mit den vier Größen i , P , K und k verbunden. Noch zwei neue und wiederum verschiedene Bedingungen entstehen aber, wenn man, nach Umstreichung der Nadel, I'' und I''' respective unter denjenigen Umständen abliest, die früher I und I' herbeiführten. In diesen letzteren Gleichungen haben dann i und P jedenfalls denselben Werth wie in den zwei ersten. Von K und k darf dagegen eine solche Unabhängigkeit von der Umstreichung nicht in aller Strenge behauptet werden; vielmehr kann sich, durch diese Operation, sowohl die Richtung der Magnetaxen in der Nadel, als auch der Abstand ihres Magnetpunkts von der Drehungsaxe um etwas ändern. Es

sind demnach in den zwei letzten Gleichungen K' und k' für die in den zwei ersten durch K und k bezeichneten Größen zu schreiben, und eine strenge Bestimmung der *Inclination* hat es, wenn sie auf dem eben bezeichneten Wege beginnt, nicht mit vier, sondern mit sechs unbekannten Größen zu thun. Wenn man dennoch die *Inclination* i nur aus den vier beobachteten Werthen I bis I'' berechnen will, so kann dies demnach nie ohne irgend eine nur angenähert wahre Annahme geschehen. Es bieten sich namentlich zwei dergleichen Annahmen dar, von denen, je nach der Besonderheit der angewandten Nadel, bald die eine, bald die andere eben so, oft aber auch gar keine als zulässig zu empfehlen ist.

Nimmt man an, daß die Magnetaxen der Nadel sowohl vor als nach dem Umstreichen, mit der Collimationslinie zusammenfielen oder daß $K=K'=0$ gewesen ist, so hat man i aus I, \dots, I'' nach der sogenannten Mayer'schen Formel zu berechnen. — Zu demselben Zwecke ergibt sich aber die wesentlich verschiedene Rechnungsvorschrift, welche ich a. a. O. S. 21 bekannt gemacht habe ¹⁾, wenn man vor und nach der Umstreichung, den Magnetaxen ein und dieselbe, obgleich von der der Collimationslinie beliebig verschiedene, Richtung beilegt, und zugleich die Nadel beide Male gleich stark magnetisirt, mithin $K=K'$ und $k=k'$ voraussetzt.

Eine jede dieser Annahmen setzt nun das aus ihr ge-

1) Sie ist, unter Beibehaltung der bisherigen Bezeichnung, bei welcher an dem Limbus des Inclinatoriums die beiden Endpunkte eines jeden Durchmessers mit gleichen Zahlen, und der senkrechte mit der Zahl 90° versehen gedacht werden, die folgende:

$$\begin{aligned} \text{Mit } \frac{I+I'+I''+I'''}{4} = i' \quad \frac{I''-I'}{2} = m \quad \frac{I'''-I''}{2} = n \\ \lg m \cdot \lg n = \lg p \quad \frac{\lg m}{\lg n} = \lg q \\ \frac{\sin 2i' \cdot \sin 2q}{\cos 2i' \cdot \sin 2p} = h \cos H \quad \frac{\sin 2p \cdot \sin 2q}{h} = \sin F \\ \text{ist: } i = i' - \frac{H}{2} + \frac{F}{2} \end{aligned}$$

wonnene Resultat zweien Arten von Fehlern aus; namentlich einem direct von der Unwahrheit der Annahme herrührenden, und einem zweiten, der aus der Combination der zufälligen Fehler der Ablesungen $I \dots I'''$ entspringt. Bezeichnet man mit f bis f''' die bei der Ablesung von I bis I''' begangenen Fehler, und mit Φ deren arithmetisches Mittel, so ergeben sich für die durch I und II anzudeutenden, zwei Correctionen, deren Hinzufügung zu dem berechneten i dasselbe in das wahre i verwandelt, höchst nahe folgende Ausdrücke:

bei Anwendung der Mayer'schen Formeln

$$I = K \cdot \text{ctg } i \cdot \text{ctg } P$$

$$II = \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} \cdot \text{ctg } i \cdot \text{ctg } P + \Phi$$

Sollte, bei den dieser Rechnung zu Grunde liegenden Beobachtungen, die Richtung der Magnetaxen nicht bloß von der Collimationslinie verschieden, sondern auch nach der Umstreichung eine andere als vor derselben gewesen seyn, so hat man unter dem hier gebrauchten Zeichen K , die halbe Summe der früher mit K und K' bezeichneten Größen zu verstehen, wobei man den, jedenfalls weit geringeren, Einfluss ihrer halben Differenz bei der Fehlerschätzung übersieht.

bei Anwendung der zweiten Rechnungsvorschrift werden dagegen die zwei in Rede stehenden Correctionen zu:

$$I = \frac{k - k'}{2 \sin i} \cos i \cos P + \frac{K - K'}{2} \cdot \frac{k + k'}{2} \cos i \sin P$$

$$II = \left\{ \frac{f'' - f}{2} \sin(i + P) + \frac{f''' - f'}{2} \sin(i - P) \right\} \frac{k + k'}{2 \sin 2i} + \Phi$$

Es folgt hieraus in Beziehung auf die Mayer'sche Formel, daß man sich derselben nur dann bedienen darf, wenn weder i noch P ein kleiner Winkel ist. In der Nähe des magnetischen Aequators ist demnach die Anwendung dieser Rechnungsvorschrift jedenfalls unzulässig. — Sie ist es aber auch an jedwedem Orte der Erde, für Nadeln deren Schwerpunktslinie mit der Collimationslinie nahe zusammenfällt; ein Umstand der sich bekanntlich dadurch zu erkennen giebt, daß die Umlegung der Axe bei weitem kleinere

Veränderungen der abgelesenen Neigungen zur Folge hat, als die Umstreichung, oder dafs $I - P$ und $I'' - P''$ sehr klein sind, im Vergleich mit: $\frac{I + P}{2} - \frac{I'' + P''}{2}$.

Die eben gemachte Beschränkung der Anwendbarkeit der Mayer'schen Formel würde auch dann noch gelten, wenn man es durch besondere Vorsichtsmafsregeln dahin gebracht zu haben glaubte, dafs nach jeder Streichung die Collimationslinie mit einer Magnetaxe zusammenfiel; weil auch dann noch ein Aggregat der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, mit $\text{ctg } i \cdot \text{ctg } P$ multiplicirt würde. — Die Mayer'sche Formel besitzt dagegen den Vorzug, dafs das aus ihr gezogene Resultat durch die Gröfse des Schwerpunktfehlers (die Länge des Perpendikels p , und den ihr proportionalen Werth von k) nicht afficirt wird. An Orten wo die zu bestimmende Inclination grofs genug ist, bleibt es demnach immerhin rathsam jene Rechnungsvorschrift dadurch anwendbar zu erhalten, dafs man der Nadel ein, auf dem Perpendikel zu ihrer Collimationslinie gelegenes, Uebergewicht giebt. Um sich aber hierbei nicht der weit gröfseren Gefahr auszusetzen, dafs die Handhabung der Nadel beim Umstreichen eine Veränderung im Schwerpunkt derselben hervorbringe, müfste jenes Uebergewicht nicht durch eine an einem Seitenarme angeschraubte Masse entstehen, sondern etwa dadurch, dafs man dem Messingrahmen, welcher die Nadelaxe trägt, an einer seiner schmalen Seitenflächen gleich anfangs etwas mehr Metallstärke gelassen hätte, als an der anderen.

In Betreff der zweiten Rechnungsvorschrift zeigen die obigen Ausdrücke, dafs ihr Resultat von einer Veränderlichkeit des, constant vorausgesetzten, Winkels der Magnetaxen mit der Collinationslinie, oder von: $K - K'$, in allen practisch vorkommenden Fällen nur in so schwachem Maafse afficirt wird, dafs hieraus kein Einwurf gegen ihre Anwendbarkeit entstehen kann — um so weniger wenn man, durch einige Wiederholungen der Beobachtungen, das, gewifs zufällige, Vorzeichen dieses kleinen Winkels verändert. Eben

so verhält es sich auch mit dem Einfluss der Beobachtungsfehler auf das Resultat dieser Rechnungsart, denn dieser kann nur etwa in äußerster Nähe am magnetischen Aequator die eigene GröÙe dieser Fehler merklich übertreffen, und er wäre selbst dann noch, durch Wiederholung der Beobachtungen, genugsam zu eliminiren. Die Unanwendbarkeit der in Rede stehenden Vorschrift kann demnach nur von der Nichterfüllung der, für sie vorausgesetzten Gleichheit der Kraft der Nadel nach beiden Streichungen herrühren. Der Ausdruck für den Einfluss dieses Umstandes oder:

$\frac{k-k'}{2 \sin 1'} \cos i \cos P$ zeigt, daß seine GröÙe, im ungünstigsten Falle, bis zu dem Bogen anwachsen kann, dessen Sinus $= \frac{k-k'}{2}$ ist. Er ist also, in sofern man den bei gleich vorsichtigen Streichungen, aber bei verschiedenen Nadeln, zu

befürchtenden Werthen von $\frac{k-k'}{2}$, ein constantes Verhält-

nifs zu $\frac{k+k'}{2}$ zuschreiben darf, mit der letzteren GröÙe proportional, oder, da die Abstände des Magnetpunktes von der Drehungsaxe bei verschiedenen Nadeln nahe gleich sind: nahe proportional mit dem Abstände ihres Schwerpunkts von der Drehungsaxe. Sind z. B. die Streichungen so geschehen,

daß $\frac{k-k'}{2}$ nicht wohl größer werden kann als $\frac{1}{30} \cdot \frac{k+k'}{2}$,

so wird man die in Rede stehende Methode ohne Bedenken für anwendbar halten, wenn $\frac{k+k'}{2}$ nicht mehr als 0,03 beträgt — weil sie alsdann ihr Endresultat im ungünstigsten Falle einem Fehler von $\pm 2'$ aussetzt, der sich durch Wiederholung der Beobachtungen verkleinern läßt.

Bei $\frac{k+k'}{2} = 0,10$ oder $= 0,15$ wird man sich dagegen, unter sonst ganz gleichen Umständen, zur Vernachlässigung von $\frac{k-k'}{2}$ keinesfalls entschließen. Man könnte zwar, wie

schon angedeutet, eine Beruhigung wegen des Fehlers des Resultates, der von Unterschieden der successiven Excentricitäten des Magnetpunktes oder von dem daraus folgenden $k - k'$ herrührt, in dem Umstande finden, daß auch jene Unterschiede bei wiederholten Streichungen ihr Vorzeichen wechseln werden, aber

- 1) würde es einer unausführbar großen Anzahl von Wiederholungen des Umstreichens bedürfen, um so beträchtliche Einflüsse auf das Endresultat genugsam zu eliminiren, und
- 2) kann es geschehen, daß eine gegebene Nadel, entweder habituell oder doch mehrere Male hinter einander, ein stärkeres k erhält, wenn ihr sogenannter Nordpol in der einen Hälfte als wenn er in der anderen Hälfte ihres Stahles liegt. Diefes wird namentlich der Fall seyn, wenn sich, außer der durch die gewöhnlichen Streichungsmittel zu invertirenden Vertheilung des Magnetismus, irgendwo in der Nadel noch eine schwerer bewegliche, eingefunden hat. An verschiedenen Stellen verschiedene, chemische Beschaffenheit, oder ein nicht überall gleiches krystallinisches Gefüge könnten etwa dazu beitragen, und viele Erfahrungen sprechen dafür, daß dergleichen Unterschiede sich mit der Zeit, durch unbeachtete äußere Einflüsse, in Stahlmassen einfunden können, welche sie ursprünglich nicht besaßen.

Die zwei Nadeln: A und B , welche ich am 8. und am 20. März 1846 zur Bestimmung der Inclination an dem oben bezeichneten Punkte von Berlin gebraucht habe, waren nun zufällig von der Art, daß sie keine von beiden genannten Rechnungsarten zuliefen.

Es betrug nämlich, wie schon eine vorläufige Berechnung der Beobachtungen zeigte, der Winkel P :

für Nadel A etwa $183^{\circ},5$

Nadel B - $203^{\circ},4$

wonach denn, bei $i = 67^{\circ},7$, die Anwendung der Mayer'schen Formel folgenden Fehlern ausgesetzt hätte:

$$\text{bei Nadel A: } 6,84 \left\{ K + \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} \right\} + \phi$$

$$\text{B: } 0,95 \left\{ K + \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} \right\} + \phi$$

Sie hätte also, da K bei der gegenwärtigen Beschaffenheit dieser Nadeln nicht selten bis 15' beträgt, selbst für Nadel B, ein sehr unsicheres, für A aber, ein gar keine Beachtung verdienendes Resultat geliefert.

Die Anwendung der anderen Rechnungsart wurde dagegen durch die starken Abstände der Schwerpunkte der Nadeln von ihren Umdrehungsaxen, ebenfalls für beide, fast eben so unzulässig. Es betrug zwar diese Abstände, wie aus dem Folgenden hervorgeht, auch jetzt nicht mehr als

$$\text{für Nadel B: } p = 0,0176 \text{ Par. Lin.}$$

$$\text{A: } p = 0,0410$$

da aber gleichzeitig der Magnetpunkt von der Drehungsaxe durch die angewandten Streichungsmittel nur entfernt werden konnte:

$$\text{für Nadel B um } x = 0,132 \text{ Par. Lin.}$$

$$\text{A } x = 0,130$$

so entstanden aus jenen, an für sich klein scheinenden, Excentricitäten des Schwerpunkts, die sehr großen Quotienten der Momente:

$$\text{für Nadel B etwa } k = 0,133$$

$$\text{A } k = 0,315$$

Da nun $\frac{k}{\sin 1'}$ respective bis zu 286' und 676' stieg, so mußte man auch, selbst bei vorsichtigem Streichen, wodurch

das Verhältniß $\frac{2k}{k - k'} = \alpha$ möglichst groß wird, die Größe

$\frac{k - k'}{2 \sin 1'} = \frac{k}{\alpha \sin 1'}$ für sehr beträchtlich halten. Namentlich er-

gaben sich folgende Ausdrücke für die zu erwartenden Fehler, in einer nach der zweiten Methode bestimmten Inclination:

$$\text{mit Nadel B: } \frac{242'}{2} \frac{K - K'}{2} \cdot 0,118 - \frac{f'' - f}{2} \cdot 0,179$$

$$- \frac{f''' - f'}{2} \cdot 0,170 + \phi$$

$$\text{mit Nadel A: } \frac{626'}{\alpha} - \frac{K-K'}{2} \cdot 0,008 - \frac{f''-f}{2} \cdot 0,448 \\ - \frac{f'''-f'}{2} \cdot 0,393 + \phi.$$

Man sieht daraus dafs, obgleich die *Veränderlichkeit der Magnetaxen* und die *Ablesungsfehler* auch für diese Nadeln nur ganz geringfügig auf das Endresultat der zweiten Rechnungsmethode einwirken, dieselbe doch, wegen der zu $\frac{1}{\alpha}$ ihres mittleren Werthes angenommenen Schwankungen der eigenen Intensität der Nadeln, nicht benutzt werden durfte.

Nachdem diese Ueberzeugungen gewonnen waren, habe ich aber *jede* willkürliche Annahme über die, bei der Inclinationsbestimmung in Betracht kommenden, unbekannten Gröfsen dadurch vermieden, dafs ich 1) nach jeder Streichung der Nadel die Dauer einer ihrer Schwingungen (T , T' und T'' , T'''), bei denjenigen zwei Axenlagen bestimmte, und zum Resultate hinzuzog, bei denen respective I , I' und I'' , I''' abgelesen wurden, und ausserdem

2) auch die zwei Werthe des halben Unterschieds der beiden Azimute mit in Rechnung nahm, bei denen, in je einerlei Streichungszustand, die Nadel senkrecht wurde, wenn erst die eine und dann die andere ihrer Vorderflächen gegen die Nordhälfte des Horizontes gekehrt war.

Die zuletzt genannten zwei Winkel, α und α' , hängen nur von den mehr erwähnten sechs unbekannten Gröfsen ab, und zwar von der *Inclination selbst*, in kaum wahrnehmbarem Grade; die vier beobachteten Schwingungsdauern T , T' , T'' , T''' aber von denselben Gröfsen, und ausserdem von noch einer, die sich aus dem Trägheitsmomente der Nadel in Beziehung auf ihre Drehungsaxe und aus dem Abstände, p , ihres Schwerpunkts von derselben zusammensetzt. Im Ganzen liefert also eine auf diese Weise angeordnete Beobachtungsreihe zehn Gleichungen, in welchen die 7 darin eingehenden Unbekannten mit genugsam verschiedenen Coefficienten versehen sind, um ihrer Bestimmung das nöthige Gewicht zu geben.

Man

Man übersieht dies wie folgt:

Die, auf unendlich kleine Bogen reducirte und in Sekunden ausgedrückte, Schwingungsdauer eines beliebigen Körpers ist, wenn R das ihn nach sehr kleiner Ablenkung in die Gleichgewichtslage treibende Moment, M sein Gewicht, MI^2 sein Trägheitsmoment in Beziehung auf die Drehungsaxe, und λ die Länge des einfachen Secundenpendels bezeichnen:

$$l = \sqrt{\frac{MP}{\lambda \cdot R}}$$

Da nun, unter den Bedingungen unter denen wir die Schwingungsdauer $T \dots T_{iii}$ für eine Inclinationsnadel beobachtet annehmen, die Werthe von R respective sind:

$$R \text{ für } T = (1 - 2k \sin(i \pm P \mp K) + k^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{MP}{k}$$

$$R \text{ für } T' = (1 + 2k' \sin(i \pm P \mp K') + k'^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{MP}{k'}$$

$$R \text{ für } T_{iii} = (1 + 2k' \sin(i \pm P \mp K') + k'^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{MP}{k'}$$

so folgt:

$$T^4 = \frac{A^2 k^2}{1 - 2k \sin(i \pm P \mp K) + k^2}$$

$$T_{iii}^4 = \frac{A^2 k'^2}{1 + 2k' \sin(i \pm P \mp K') + k'^2},$$

wenn man die GröÙe: $\frac{l^2}{\lambda \cdot p} = A$ setzt.

Man sieht hieraus zunächst, daß man den Schwerpunktsabstand p in demselben Maafse ausgedrückt erhält, welches den Ausmessungen der Nadel sowohl als der Länge des Secundenpendels zu Grunde liegt, sobald nur A^2 aus den Schwingungszeiten und das Trägheitsmoment MI^2 auf irgend eine andere Weise bekannt geworden ist.

Was aber die Bestimmung von i betrifft, so kommen zu den zuletzt angeführten Gleichungen für $T^4 \dots T_{iii}^4$ noch folgende, für die halben Unterschiede a und a' der zwei Azimute, bei denen die Nadel vor dem Umstreichen, und derjenigen, bei denen sie nach dem Umstreichen senkrecht war:

$$\sin a = +K \cdot \sin i \cdot \lg i - \frac{k \sin P}{\sin i}$$

$$\sin a' = -K' \cdot \sin i' \cdot \operatorname{tg} i - \frac{k' \cdot \sin P}{\sin i},$$

so wie endlich die vier auf die mehrerwähnten Neigungswinkel bezüglichen Gleichungen:

$$\sin(i - I - K) - k \cos(I + P) = 0$$

$$\sin(i - I' + K) - k \cos(I' - P) = 0$$

$$\sin(i - I'' - K') + k' \cos(I'' + P) = 0$$

$$\sin(i - I''' + K') + k' \cos(I''' - P) = 0$$

Es kann daher den nunmehr vorhandenen zehn Bedingungen durch die zu findenden Werthe der sieben Unbekannten nicht vollständig, sondern nur in sofern genügt werden, daß die Summe der Quadrate der in den beobachteten Werthen zurückbleibenden Fehler die *kleinste*, und somit die Werthe der gesuchten, welche diese Fehler zurücklassen, die *wahrscheinlichsten* seyen. — Bezeichnet man namentlich die von ihren Fehlern befreiten

$$\text{Neigungswinkel mit: } I + f, I' + f' \dots I''' + f'''$$

$$\text{Schwingungswinkel mit: } T + \varphi, T' + \varphi' \dots T''' + \varphi'''$$

$$\text{Azimutunterschied mit: } a + \psi, a' + \psi'$$

und eben so die wahren Werthe der gesuchten mit:

$$i + \Delta i, K + \Delta K \dots A + \Delta A,$$

während $i, K \dots A$ Näherungswerthe für dieselben Größen vorstellen, so zeigt die Entwicklung der linearen Gleichung zwischen jedem der genannten Fehler einerseits, und den gesuchten Correctionen der Näherung Werthe von der andern, daß z. B. das Δi in den Ausdrücken für $f \dots f'''$ bei weitem größere Coefficienten erhält als in denen für $\varphi \dots \varphi'''$, und für ψ und ψ' . Eben so verhält es sich mit den Coefficienten von ΔK und $\Delta K'$, während die für Δk und $\Delta k'$ in den Ausdrücken für die f und für die φ , und die Coefficienten von ΔP in den Gleichungen für die f , für die φ und für die ψ weit näher von gleicher Gröfse sind. Die Auflösung der, durch eine einfache Differentiation gebildeten und dann numerisch berechneten, Gleichungen dieser Art, kann jedoch in diesem Falle nicht unmittelbar so geschehen, daß man die Summe der Quadrate der Fehler oder $(f^2 + \dots + f'''^2 + \varphi^2 + \dots + \varphi'''^2 + \psi^2 + \psi'^2)$ zu einem Minimum mache, weil respective die f , die φ und die ψ in Bogenminuten des Inclinationskreises, in Zeitse-

cunden und in Bogenminuten des Azimutkreises ausgedrückt sind. Man muß vielmehr in diesem, wie in vielen ähnlichen Fällen, zuvor über die Zahlwerthe entscheiden, welche gleiche wahrscheinliche Fehler aus den drei genannten Klassen besitzen. Die mehrmalige Wiederholung gleichartiger Beobachtungen schien mir hierzu das einfachste Mittel, und ich habe durch dessen Anwendung gefunden, daß man in der reducirten Schwingungsdauer einer Gambey'schen Inclinationsnadel etwa eben so oft um 0,01 Zeitseconde irrt, wie bei den im Meridian abgelesenen Neigungswinkeln um 3 Bogenminuten, so wie auch, daß der zuletzt genannte Fehler gleiche Wahrscheinlichkeit besitzt mit einem Fehler von 30 Minuten in der Bestimmung des Unterschiedes der Azimute, bei denen die Nadel senkrecht ist.

Man entspricht diesen Erfahrungen indem man eine jede der Gleichungen für $q \dots q'''$ mit 300, eine jede Gleichung für ψ und ψ' mit 0,1 multiplicirt, und dann, nachdem $300 \cdot q = f^{(3)} \dots 0,1 \psi = f^{(9)} \dots$ bezeichnet worden ist, auf die bekannte Weise der Bedingung: $\Sigma(f^2) = \text{Minimum}$ genügt.

Die mit dem letzteren Ausdrücke identischen sieben linearen Endgleichungen:

$$\Sigma f \frac{df}{di} = 0 \quad \Sigma f \frac{df}{dK} = 0 \quad \dots \quad \Sigma f \frac{df}{dA} = 0,$$

habe ich so benutzt, daß ich die, nach Ausschluss von $\Sigma f \cdot \frac{df}{dP} = 0$ übrigbleibenden sechs, für drei einander nahe gelegene und namentlich um je 1° verschiedene Werthe des Winkel P gebildet und aufgelöst, zuletzt aber denjenigen interpolirten Werth von P nebst dem ihm entsprechenden Systeme der übrigen Unbekannten beibehalten habe, welche unter allen die kleinste Summe der Fehlerquadrate zurückließen.

Was die Beobachtungen selbst betrifft, so habe ich nur noch in Betreff der Schwingungsdauern zu bemerken, daß eine jede derselben, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus sieben beobachteten Momenten, nämlich aus den

Anfängen der 0ten, 10ten . . . bis zur 60ten Schwingung geschlossen, daß der Schwingungsbogen am Anfang und am Ende einer jeden solchen Reihe, durch dreimalige Ablesung, bestimmt und die Reduction auf unendlich kleine Bogen in der Voraussetzung einer der Zeit proportionalen Abnahme der Logarithmen der Schwingungsbogen gemacht wurde. Wenn diese Reduction, so wie hier, an dasjenige Resultat für die Dauer einer Schwingung angebracht werden soll, welches sich nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den Beobachtungen der Enden mehrere Complexe von Schwingungsdauern ergab, so setzt sie sich bekanntlich aus den Ausdrücken für den Schwingungsbogen am Ende eines jeden dieser Zeitintervalle auf eine Weise zusammen, welche ihre Berechnung beträchtlich complicirter macht, als in dem Falle von nur einer Anfangs- und einer End-Beobachtung. Ich habe mich, um dieselbe zu erhalten, der Rechnungsvorschrift und der darauf begründeten Tafeln bedient, die ich, zugleich mit meinen früheren magnetischen Beobachtungen, entwickelt und bekannt gemacht habe (Reise um die Erde. Physik. Beob. Bd. 2, St. 52 und 57).

Eine jede der vier fraglichen Schwingungsdauern wurde außerdem, ebenso wie jeder der vier Neigungswinkel $I \dots I'''$, bei denjenigen zwei Lagen des Apparates bestimmt, die sich nur durch ein verschiedenes Vorzeichen der Collimation des Kreises unterscheiden, und welche daher, bis auf Zufälligkeiten, auch in Beziehung auf die Schwingungsdauer als identisch zu betrachten waren. Der Grad der Uebereinstimmung zweier Resultate dieser Art kann etwa nach folgenden Beispielen beurtheilt werden, welche aus den vierundzwanzig ähnlichen Reihen, die mir vorliegen, ohne Auswahl entnommen sind. Ich habe dabei durch e und e' den halben Schwingungsbogen am Anfang und am Ende jeder Reihe bezeichnet, unter *Kreuz* eine Marke auf einer der Nadelflächen verstanden, und von den beobachteten Momenten respective die Enden der 0ten und 60ten, der 10ten und 50ten, und der 20ten und 40ten Schwingung in einerlei Horizontalreihe geschrieben, weil bekanntlich die Differen-

zen eines jeden dieser Paare am leichtesten zu dem gesuchten Resultate führen.

Nadel B. März 20.

Erste Streichung.

I. Limbus gegen Osten.	II. Limbus gegen Westen.
Kreuz vorne.	Kreuz hinten.
0' 48",8 3' 48",4	17' 29",8 20' 26",4
1 19 ,6 3 19 ,2	17 59 ,0 19 57 ,2
1 49 ,6 2 49 ,4	18 28 ,4 19 27 ,6
2' 19",8	18' 58",4
$c=58^{\circ},25$ $c'=14^{\circ},45$	$c=45^{\circ},9$ $c'=7^{\circ},65$.

Es folgt

$$\begin{aligned}
 \text{aus I: Dauer einer Schwingung} &= 2'',99212 \\
 \text{Red. wegen Bogen} &= -0,06286 \\
 T &= 2'',92926 \\
 \text{aus II Dauer: einer Schwingung} &= 2'',94790 \\
 \text{Red. wegen Bogen} &= -0,03140 \\
 T &= 2'',91646 \\
 \text{Im Mittel } T &= 2'',92286.
 \end{aligned}$$

Nadel A. März 20.

Zweite Streichung.

I. Limbus gegen Osten.	II. Limbus gegen Westen.
Kreuz vorne.	Kreuz hinten.
10' 27",6 14' 12",8	25' 35",6 29' 20",4
11 6 ,0 13 36 ,0	26 14 ,4 28 43 ,4
11 44 ,0 12 58 ,6	26 51 ,6 28 6 ,8
12' 21",2	27' 29",6
$c=56^{\circ},25$ $c'=9^{\circ},35$	$c=53^{\circ},50$ $c'=8^{\circ},00$.

Es folgt:

$$\begin{aligned}
 \text{aus I Dauer einer Schwingung} &= 3'',75070 \\
 \text{Red. wegen Bogen} &= -0,05797 \\
 T &= 3'',69273 \\
 \text{aus II Dauer einer Schwingung} &= 3'',74143 \\
 \text{Red. wegen Bogen} &= -0,04835 \\
 T &= 3'',69308 \\
 \text{im Mittel } T &= 3'',69290.
 \end{aligned}$$

Unter Beibehaltung der bisherigen Bezeichnungen ergaben nun meine Beobachtungen folgende Zahlen:

1846. März 7 23^a bis März 8 2^a ; mit Nadel B:

$I = 67^{\circ} 16,66$	$T = 2'',94078$	
$I' = 73 \ 23,79$	$T' = 3,00059$	$a = 9^{\circ} 11,5$
$I'' = 67 \ 33,31$	$T'' = 3,07841$	
$I''' = 62 \ 26,75$	$T''' = 3,01626$	$a' = 7 \ 37,5$

1846. März 19 20^a bis März 19 23^a ; mit Nadel B:

$I = 67^{\circ} 29,29$	$T = 2'',92285$	
$I' = 73 \ 18,25$	$T' = 3,00034$	$a = 9^{\circ} 17,5$
$I'' = 67 \ 41,25$	$T'' = 3,06895$	
$I''' = 62 \ 27,22$	$T''' = 3,02218$	$a' = 6 \ 57,0$

1846. März 29 23^a bis März 20 2^a ; mit Nadel A:

$I = 72^{\circ} 4',16$	$T = 2'',61891$	
$I' = 73 \ 39,00$	$T' = 2,62387$	$a = 2^{\circ} 7,5$
$I'' = 58 \ 23,87$	$T'' = 3,69290$	
$I''' = 56' 52,77$	$T''' = 3,66136$	$a' = 2 \ 44,5$

Die Darstellung derselben durch die gesuchten Größen und die endlichen Werthe dieser letzteren ersieht man aus folgenden Zahlen, welche erhalten wurden, indem man den in den Schwingungsdauern und in den Azimuten zurückbleibenden Fehlern, respective durch Multiplication mit 300 und mit 0,1, gleiches Maafs mit den Fehlern der Neigungswinkel gab, und bei Aufzählung der Fehler immer zuerst die zu den I , dann die zu den T und endlich die zu a und a' gehörigen nannte:

1) In den Beobachtungen von März 8 mit Nadel B bleiben als kleinste Fehler, mit:

$P=202^{\circ} 30'$		$P=203^{\circ} 30'$		$P=204^{\circ} 30'$	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
-0',30	0,09	-0',83	0,69	-1',46	2,13
+1,09	1,19	-2,13	4,53	-2,81	7,90
-1,55	2,40	+1,52	2,31	+2,09	4,37
+2,18	4,76	+0,75	0,56	-0,65	0,42
+2',67	6,61	+2',43	5,91	+2',13	4,53
+1,53	2,34	+2,07	4,29	+2,64	6,96
-1,89	3,57	-0,90	0,81	-0,00	0,00
-2,94	8,65	-2,88	8,30	-2,88	8,30
+1',80	3,24	+2',17	4,72	+2',36	5,57
-5,49	30,15	-4,91	24,10	-4,46	19,84
$\Sigma(f^2)=63,00$		$\Sigma(f^2)=56,22$		$\Sigma(f^2)=60,02$	

Ist nun Ω^2 der kleinstmögliche Werth von $\Sigma(f^2)$, P_0 der ihm entsprechende Werth von P , so erhält man diese Größen bekanntlich durch Substitution der eben gefundenen drei Paare von Fehlern in die Gleichung:

$$\Omega^2 = \Sigma(f^2) + (P_0 - P)^2 \cdot x.$$

Es folgt:

$$\Omega^2 = 56,12 \quad P_0 = 203^\circ 38',46,$$

der mittlere Fehler für das Gewicht 1

$$= \sqrt{\frac{56,12}{(10-7)}} = 4,32,$$

und wenn man $(P_0 - 203^\circ 30')$ mit ΔP bezeichne

	Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i = 67^\circ 39',69 - 0,0119 \cdot \Delta P = 67^\circ 39',59$	3,612	$\pm 1',54$
$K = +17',20 - 0,1465 \cdot \Delta P = 15',96$	1,1018	$\pm 2',21$
$K' = +12',78 - 0,1055 \cdot \Delta P = 13',67$	1,9811	$\pm 2',07$
$k = 0,146318 + 0,1515 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P = 0,146446$	5028200	$\pm 0,001299$
$k' = 0,121384 + 0,1444 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P = 0,121506$	11315000	$\pm 0,000866$
$A = 4686,94 - 0,94798 \cdot \Delta P = 4678,92$	10,001378	$\pm 78,50$

2) In den Beobachtungen mit Nadel B von März 19 bleiben als kleinste Fehler mit:

$P = 202^\circ 30'$		$P = 203^\circ 30'$		$P = 204^\circ 30'$	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
-0,69	0,47	-0,91	0,83	-1,26	1,59
+0,39	0,15	-0,18	0,03	-0,83	0,69
-0,17	0,03	+0,40	0,16	+1,28	1,61
-0,22	0,05	-0,37	0,13	+0,99	0,98
+3,49	12,17	+3,09	9,55	+2,95	8,70
-5,55	30,80	-4,83	23,32	-4,49	20,15
+3,69	13,61	+4,26	18,13	+4,87	23,71
-1,65	2,72	-2,49	6,20	-2,95	8,80
-0,83	0,69	-0,02	0,00	-0,33	0,11
-0,34	0,11	+0,08	0,00	+0,45	0,20
$\Sigma(f^2) = 60,80$		$\Sigma(f^2) = 58,35$		$\Sigma(f^2) = 66,47$	

Es folgt:

$$\Omega^2 = 57,99 \quad P_0 = 203^\circ 14',34.$$

Mittlere Fehler für das Gewicht 1 = 4,40

und hiermit, wenn man $(P_0 - 203^\circ 30') = \Delta P$ setzt:

		Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i = 67^\circ 45,38 - 0,00037 \cdot \Delta P$	$= 67^\circ 45,38$	3,612	$\pm 1,56$
$K = + 8,51 - 0,1408 \cdot \Delta P$	$= + 10,71$	1,1018	$\pm 2,24$
$K' = + 12,59 + 0,1109 \cdot \Delta P$	$= + 10,86$	1,9811	$\pm 2,10$
$k = 0,145892 + 0,0783 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P$	$= 0,145800$	5028200	$\pm 0,001321$
$k' = 0,123398 + 0,0854 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P$	$= 0,123263$	11315000	$\pm 0,000880$
$A = 4565,80 - 0,58304 \cdot \Delta P$	$= 4574,93$	0,001378	$\pm 79,78$

3) In den Beobachtungen mit Nadel A von März 20 bleiben als kleinste Fehler, mit:

$P = 182^\circ 50'$		$P = 183^\circ 50'$		$P = 184^\circ 50'$	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
+1,05	1,10	+0,91	0,83	+0,72	0,52
-2,52	6,35	-1,86	3,46	-1,56	6,56
-4,94	24,41	+0,13	0,01	+5,48	30,02
-0,42	0,18	-0,55	0,30	-0,45	0,20
+0,27	0,05	-0,78	0,61	-1,77	3,13
+0,75	0,55	+1,48	2,19	+1,76	3,12
+1,29	1,67	+2,97	8,91	+4,91	24,10
-2,00	4,00	-3,46	11,97	-5,01	25,10
-3,20	10,34	+3,22	15,06	+4,52	20,43
-5,81	30,36	-4,29	18,41	-2,50	6,25
$\Sigma(f^2) = 78,91$		$\Sigma(f^2) = 61,75$		$\Sigma(f^2) = 119,43$	

Es folgt:

$$\Omega^2 = 59,13 \quad P_0 = 183^\circ 33,72$$

Mittlere Fehler für das Gewicht 1 = 4,44

und hiermit wenn man $(P_0 - 183^\circ 50',0) = \Delta P$ setzt:

		Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i = 67^\circ 43,56 + 0,02074 \cdot \Delta P$	$= 67^\circ 43,21$	1,078	$\pm 2,96$
$K = - 7,47 - 0,2805 \cdot \Delta P$	$= - 2,88$	1,240	$\pm 2,69$
$K' = + 31,74 + 0,2504 \cdot \Delta P$	$= + 27,64$	3,761	$\pm 1,55$
$k = 0,303433 - 0,1041 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P$	$= 0,303603$	2709400	$\pm 0,001819$
$k' = 0,328281 + 0,0182 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta P$	$= 0,328252$	5432500	$\pm 0,001284$
$A = 848,930 + 0,00973 \cdot \Delta P$	$= 848,775$	0,1246	$\pm 8,482$

Nach den drei einzelnen Resultaten:

$$i = 67^\circ 39,59 \pm 1,54 \text{ für 1844 März 8. } 0^m$$

$$i = 67^\circ 45,38 \pm 1,56 \text{ - - März 19. } 22^m$$

$$i = 67^\circ 43,21 \pm 2,96 \text{ - - März 20. } 1^m$$

hat man demnach für den oben bezeichneten Ort, und etwa für März 14 1846 die Inclination $= 67^\circ 42,73$ zu setzen

mit einem *wahrscheinlichen Fehler* von $\pm 2',16$, und dieser Werth entfernt sich in der That von den einzelnen Bestimmungen um nur: $+3',14$, $-2',65$ und $-0',48$ mithin um Größen, welche die wahrscheinlichen Fehler der Messungen nicht mehr übertreffen als sich schon durch die geringe periodische Veränderlichkeit der Inclination, erklären läßt.

Ich habe früher durch geeignete Messungen, wenn die Pariser Linie als Maafseinheit gewählt wird, das Trägheitsmoment der angewendeten Inclinationsnadeln $= M \cdot 527 = M l^2$ gefunden, wenn M deren Gewicht bedeutet ¹⁾. Mit der Pendellänge $\lambda = 440,739$ folgen daher nun aus: $p = \frac{l^2}{\lambda A}$

und $k = \frac{p}{k}$, die *Abstände der Schwerpunkte von der Drehungsaxe* in Pariser Linien

für Nadel B $p = 0,0175$ nach der Bestimmung von März 8
 $p = 0,0177$ - - - - März 19

für Nadel A $p = 0,0410$ - - - - März 20

und die *Abstände des Magnetpunktes von der Drehungsaxe* in Pariser Linien

für Nadel B, bei der ersten Lage der Pole	zweiten Lage der Pole
März 8 $x = 0,1439$	$x = 0,1194$
März 20 $x = 0,1434$	$x = 0,1213$

für Nadel A	
März 20 $x = 0,1250$	$x = 0,1352$

Hier scheint es mir kaum möglich die Thatsache, daß die Nadel B bei beiden Versuchen um etwa $\frac{1}{3}$ stärker wurde, während ihr Nordpol in der einen, als während er in der anderen Hälfte des Stahles lag, der (*möglichst gleich gemachten*), Handhabung der Magnetstäbe zuzuschreiben. Vielleicht eher dem Umstande, daß sich eine *viele Jahre hindurch unverändert gebliebene* Vertheilung des Magnetismus,

1) Namentlich beträgt

das Gew. des Stahles an jed. Nad.:	166,09 Gran Nürn. Met. Gew.	$\approx 2,6785$
- - - Messings - - -	66,93 - - -	$\approx 1,0794$
oder $M = 233,02$ Gr. N. M. G.	$\approx 3,7579$ Gramm (A. a. O. S. 4.)	

schwerer invertiren läßt, als eine erst kürzlich eingeleitete. In der hier angewendeten *Nadel B* hatte in der That die erste Lage der Pole vor den Versuchen, sieben Jahre lang unverändert bestanden.

II. Intensität.

Die Intensität der magnetischen Horizontalcomponente habe ich, nach der Gauss'schen Methode, in der Mitte eines Zimmers gemessen, von welcher alle beträchtlichen Eisenmassen und Magnete in genugsamer und ungeänderter Entfernung gehalten wurden. Die darauf folgende Vergleichung der Schwingungsdauern einer Horizontalnadel an dieser Stelle und an dem oben bezeichneten Punkte im Freien (S. 519) gab den für diesen letzteren Punkt gültigen Werth der gesuchten Gröfse, und zeigte zugleich, dafs die ausserwesentlichen Einflüsse im Zimmer äufserst klein gewesen waren. Der gebrauchte Apparat bestand in dem Chronometer Kessels 1253, einem kleinen Kater'schen Kreise, einer Wage und einem der hiesigen Universität gehörigen kleinen Magnetometer von Meyerstein. Der Gang der angewandten Uhr folgte, mit weit mehr als genügender Schärfe, aus folgenden Sonnenhöhen unter der Polhöhe $52^{\circ} 31' 30''$:

1846.	Angabe des	
	Chron. K.	Kat. Kreises.
April 5.	$19^{\circ} 33' 21'',55$	$18^{\circ} 40',00 + n$
- 7.	$4 \ 35 \ 36,93$	$18 \ 40,00 + n$
- 7.	$20 \ 22 \ 27,66$	$26 \ 20,83 + n$
- 14.	$5 \ 33 \ 42,50$	$11 \ 54,00 + n$
- 19.	$20 \ 25 \ 47,40$	$30 \ 12,17 + n$
- 22.	$3 \ 46 \ 26,83$	$29 \ 59,00 + n$

bei denen n eine constante Correction wegen Einstellung der Wasserwage auf stets ein und denselben, ihrem wahren Nullpunkte nahe gelegenen, Theilstrich bedeutet, und jede Beobachtung mit sechs Einstellungen auf den *Mittelpunkt der Sonne* gleich gilt. Mit $n = +0',198$ ergeben sich die Unterschiede zwischen *Mittlerer Zeit (M)* und der *Angabe*

des Chronometers (K), so wie deren Vergleichung mit dem Ausdruck: $M - K = -35'',97 - 11'',2072$ (Datum - April 6,00) wie folgt:

		beob.	ber.
April	6,00	- 37'',69	- 35'',97
	7,00	- 46,52	- 47,18
-	8,00	- 59,79	- 58,38
-	14,00	- 125,44	- 125,63
-	20,00	- 192,95	- 192,87
-	22,00	- 215,55	- 215,28.

Die tägliche Voreilung von $11'',207$ wäre hiernach bis auf $\pm 0'',088$ und der anzuwendende Ausdruck:

$\log(\text{Dauer in M. Zt.}) = \log(\text{Dauer in Uhrzeit}) - 0,0000563$, bis auf eine GröÙe sicher zu achten, welche zu der zu bestimmenden magnetischen Kraft nur $\pm \frac{1}{2000000}$ des Ganzen hinzufügt. Es fehlt indeß viel daran, daß sich eine ähnliche Sicherheit durch andere Theile des Apparates erreichen ließe, welche nun, bei der Rechenschaft über die Bestimmung der Hilfsgrößen, einzeln zu erwähnen sind.

Bekanntlich zerfällt jede Arbeit, welche die magnetische Horizontalcomponente in absolutem Maasse (T) ergibt, in folgende zwei Haupttheile:

- 1) den Schwingungsversuch, welcher, wenn: m das magnetische Moment des sogenannten Ablenkungsstabes, K sein Trägheitsmoment für die Axe um die man ihn schwingen läßt, und τ die Dauer einer der unendlich kleinen Schwingungen bedeutet, die er nur durch den Magnetismus machen würde, zur Bestimmung von mT durch folgenden Ausdruck führt:

$$mT = \frac{\pi^2 K}{\tau^2};$$

- 2) den Ablenkungsversuch. Wenn: u' , u die Ablenkungen bedeuten, welche der horizontal, und auf den magnetischen Meridian senkrecht, gelegte Ablenkungsstab auf einen zweiten bewirkt, dessen magnetische Axe mit ihm in einerlei Horizontalebene, und dessen Mittelpunkt von seinem Mittelpunkte beziehungsweise um r' , r entfernt liegt, so wie

$\frac{1}{n'}$ für den abgelenkten Stab das Verhältniß der Drehungsmomente, welche die Torsion seines Aufhängungsfadens und der Magnetismus auf ihn ausüben, so ergibt dieser Versuch den Quotienten $\frac{m}{T}$ durch den Ausdruck:

$$\frac{m}{T} = \frac{n' + 1}{n'} \cdot \frac{r'^2 \operatorname{tg} u' - r^2 \operatorname{tg} u}{r'^2 - r^2}.$$

Der Quotient der unter 1) genannten Zahl durch die unter 2) genannte, ist daher das Quadrat der Gesuchten. Sowohl die *Schwingungsbogen* des Ablenkungsstabes in der ersten Hälfte jeder dieser Messungen, als auch die in deren zweiten Hälfte durch ihn bewirkten Ablenkungen u , u' werden, auch bei den kleinen Meyerstein'schen Magnetometern, durch einen Spiegel bestimmt, der nahe am Mittelpunkt des Stabes und nahe senkrecht auf seine Magnetaxe liegt. Namentlich wird am Fadenkreuz eines festgestellten Fernrohrs (des am Kater'schen Kreise befindlichen) derjenige Theilstrich einer festen Millimeterscale abgelesen, der von der Normale auf den Spiegel eben so weit abliegt, als ein anderer, im Vertical der optischen Axe gelegener, Strich derselben Scale. Ich habe diesen zuletzt genannten Theilstrich, auf die übliche Weise, durch ein über die Mitte des Objectivs gehängtes Bleiloth, vor jeder einzelnen Messung gefunden und abgelesen, und das Ganze stets so aufgestellt, daß die Verticalebene durch die optische Axe sowohl senkrecht gegen die Scale, als auch dem magnetischen Meridian, und mithin der Normale auf den Spiegel in dessen Ruhelage, sehr nahe war. Ist dann a der Unterschied der Ablesungen am Fadenkreuz bei zweien Richtungen der Nadel deren Azimutalunterschied w gesucht wird, so hat man in aller Strenge $\operatorname{tg} 2w = \frac{a}{R}$, wenn R den im magnetischen Meridian gemessenen Horizontalabstand der Scale, von einem um $\frac{1}{\mu}$ der Dicke des Glasspiegels hinter dessen

Vorderfläche gelegenen Punkt, und μ den Brechungsindex des Glases bezeichnen. Da das Endresultat aller Versuche sehr nahe umgekehrt proportional ist mit der Quadratwurzel aus dem Maafse der bei ihnen vorkommenden Ablenkungen, und daher direct proportional mit \sqrt{R} , so hängt zunächst alles von genauer Messung dieser Gröfse ab. Da mir die Anwendung von Maafsstäben zu diesem Zwecke durch den Kasten erschwert schien, welcher die Nadel und deren Spiegel von der Scale trennt, so habe ich es vorgezogen, bei jeder Versuchsreihe diejenigen mit $a, a' \dots$ Millimeter bezeichneten Scalpunkte abzulesen, die an das Fadenkreuz gespiegelt wurden, während das Theodolitenfernrohr um $o, u, u' \dots$ von dem magnetischen Meridiane entfernt lag. Man hat dann: $R = \frac{1}{2} \left(\frac{a'-a}{\tan u} - \rho \right)$, wenn ρ die Anzahl Millimeter ist, um welche der Mittelpunkt des Theodoliten hinter der Scale lag. — Bei der gebrauchten Aufstellung war immer $\rho = 60$, und es ergab sich z. B. das R für die Ablenkungsversuche von Februar 27 aus

	Ablesung	
	am Kreis k	im Spiegel σ
	238° 32',5	465,775
	238 20,5	474,40
	238 12,2	479,28
	237 53,0	492,10
	237 26,2	510,05
	237 14,0	520,70

wobei unter Ablesung im Spiegel die Zahl: $\frac{\alpha + \alpha' + 2\beta}{4}$ gesetzt ist, wenn α, β, α' die drei Zahlen bedeuten, die man bei drei aufeinanderfolgenden, extremen Stellungen der Nadel ablas. Der auf der Nadel senkrechten Richtung des Fernrohrs entsprach $k = 237^\circ 43',2$. — Es werden nun diese Zahlen durch $\sigma = 499,876 + (237^\circ 43',2 - k) \cdot 0,697403$ am besten dargestellt, oder durch den dieser Gleichung entsprechenden Werth:

$$\log R = 3,06774 = \log \frac{1}{2} \left(\frac{0,697403}{\sin 1'} - 60 \right).$$

Ganz auf gleiche Weise erhielt ich die Werthe von R für die Schwingungsversuche und für die Ablenkungsversuche an den übrigen Beobachtungstagen. Die letzteren waren namentlich:

für Febr. 10:	$\log R = 3,07928$
- - 12:	$= 3,07923$
- - 15:	$= 3,06363$
- - 27:	$= 3,06774$

und zwar mit *wahrscheinlichen Fehlern*, die von $\frac{1}{256}$ bis zu $\frac{1}{178}$ des Ganzen betragen. Sie setzen die Werthe der Horizontalcomponente zu denen sie beitragen, einem *halb so grossen Fehler* aus, und beeinträchtigen daher die Genauigkeit dieser Resultate weit mehr als alle übrigen Theile der zu denselben führenden Versuche ¹⁾.

Eine zweite Vorarbeit bestand in der Bestimmung des oben (S. 540) durch n' bezeichneten Quotienten aus den Drehungsmomenten, welche die Torsion seines Fadens und der Magnetismus auf den *abzulenkenden Stab* ausübten, so wie der vier analogen Grössen die respective für jeden der zwei angewendeten *Ablenkungsstäbe* (No. I und No. II) galten, während dieselben an einerlei Faden zuerst für sich (*unbelastet*) und dann mit einem Zusatzgewicht versehen (*belastet*) zum Schwingen aufgehängt waren. Ein jeder der zwei Kasten des Meyerstein'schen Apparates ist, zu diesem Ende, an dem Cylinder welcher den Aufhängungsfaden umgiebt, mit einem *Torsionskreise* versehen, an welchem man die Windung abliest die dem Faden, von einer bestimmten Lage desselben anfangend, gegeben wird. Die Grösse n' habe ich mit Hülfe dieser Vorrichtung aus den Stellungen der Nadel, die mit bekannten Torsionen zusammentrafen, folgendermassen gefunden:

- 1) Auch glaube ich nach diesen Erfahrungen, daß eine Bestimmung des R durch Maassstäbe, trotz der oben erwähnten Schwierigkeit derselben, dennoch der von mir gebrauchten Messungsart vorzuziehen ist, um so mehr, wenn man nicht Gelegenheit hat — so wie hier — die zufälligen Fehler der letzteren durch Wiederholungen der Versuche bei verschiedenen Aufstellungen unschädlicher zu machen.

Ableitung an
dem Torsionskreise der gespiegelten Scale

180°,2	482,25
240,2	501,34
300,2	521,50

bei denen die Scale vom Spiegel um $R=986,12$ abstand.

Es entsprechen ihnen $n'=103,8$; $\log \frac{n'+1}{n'}=0,00417$.

Ebenso fand sich für den *unbelastet aufgehängten Ablenkungsstab No. I*:

600' Torsion einer Verrückung des Spiegelbildes der Scale um 1,202
entsprechend; bei $R=1058,92$, und daraus:

das zugehörige $n=314,7$,

und endlich für den *belastet aufgehängten Stab No. II*:

3600' Torsion einer Verrückung des Spiegelbildes der Scale um 10,060
entsprechend, bei $R=1584,73$, und daraus

das zugehörige $n=329,9$.

Da nun, wie leicht zu sehen, für zwei gleich geformte und gleich constituirte Stäbe (wie No. I und II), bei Aufhängung an einerlei Faden, die Werthe der Gröfse n den Quadraten ihrer Schwingungsdauern umgekehrt proportional sind, so habe ich, nach den unten beizubringenden Bestimmungen dieser letzteren, die noch fehlenden zwei Werthe von n

für den *unbelasteten Stab No. II* $n=353,7$

- - *belasteten Stab No. I* $n=293,7$

angenommen. Die Dauer der durch Magnetismus allein bewirkten Schwingung eines Stabes ergibt sich aus der *beobachtbaren* Dauer einer durch Magnetismus und Torsion zugleich bewirkten Schwingung desselben, durch Multiplication der letzteren mit $\sqrt{1+\frac{1}{n}}$, wonach, um sie zugleich

wegen der Torsion und wegen des oben erwähnten Uhganges zu reduciren, zu den Logarithmen der *beobachteten* Schwingungsdauern zu addiren, waren

für No. I	unbelastet:	0,00063
- - II	-	0,00055
- - I	belastet	0,00067
- - II	-	0,00060.

Die zuletzt erwähnten Dauern habe ich darauf so bestimmt, daß jedesmal zuerst das Ende der 0^{ten}, 1^{ten} bis 10^{ten} Schwingung, nebst dem am Anfang und am Ende dieser Reihe stattfindenden Schwingungsbogen beobachtet wurden, darauf, mit der analogen Zugabe, die Enden der $(\mu+1)^{\text{ten}}$, $(\mu+2)^{\text{ten}}$ bis $(\mu+10)^{\text{ten}}$ und eben so die Enden der $(\mu+\mu'+1)^{\text{ten}}$, $(\mu+\mu'+2)^{\text{ten}}$ bis $(\mu+\mu'+10)^{\text{ten}}$ Schwingung u. s. w. Waren dann h und h_0 respective die durch Interpolation für die Mitte einer dieser Reihen, und für die Mitte der nächstfolgenden Reihe gefundenen Schwingungsbogen in Scalentheilen, so wurde von jedem der zehn Resultate für die Dauer einer Schwingung τ' , die sich aus den Differenzen der um μ oder μ' Schwingungen von einander gelegenen Beobachtungen ergaben, um sie auf unendlich kleinen Bogen zu reduciren, oder, um τ , zu erhalten, die folgende Reduction abgezogen:

$$\tau' - \tau = \frac{(h^2 - h_0^2) \tau' \cdot \text{Mod.}}{(\log h - \log h_0) 512 R^2},$$

worin R den auf die früher angegebene Weise gemessenen Abstand der Scale vom Spiegel bedeutet. Sie ist eine, bei der Kleinheit der Winkel die den h entsprechen, hinreichend angenäherte Abkürzung der oben (S. 532) erwähnten allgemeinen Reduction.

So fanden sich z. B.:

Februar 8. No. I unbelastet				Februar 8. No. I belastet			
τ'	τ	mit		τ'	τ	mit	
		h	μ			h	μ
10",84715	10",81614	277,0	92	18",6409	18",6350	302,25	40
10",84342	10",84106	246,12	77	18",6491	18",6450	254,62	50
10",85537	10",85357	220,00	62	18",6388	18",6365	210,15	44
10",86411	10",86287	188,25	116	18",6405	18",6387	178,31	72
		152,25				131,92	
Im Mittel 10",85091				Im Mittel 18",63880			
dess. $\log = 1,03547$				dess. $\log = 1,27043$			
Uhr. u. Tors. +63				Uhr. u. Tors. +67			
$\log \tau = 1,03610$				$\log \tau = 1,27110$			

Die Anführung der völlig ähnlichen Einzelheiten aller übrigen Beobachtungen wäre nutzlos. Von ihren Resultaten ($\log \tau$) sind aber zunächst diejenigen zu betrachten, wel-

welche zur Bestimmung der Trägheitsmomente (K und $K+k$) eines jeden der beiden Stäbe im unbelasteten und im belasteten Zustande geführt haben. Sie waren:

No. I		No. II	
unbelastet	belastet	unbelastet	belastet
$\log \tau$	$\log T$	$\log \tau$	$\log T$
Februar 8 1,03610	1,27110	Februar 10 1,00725	1,24269
		Februar 15 1,00657	1,24185

Aus dem obigen Ausdrücke für die Gröfse mT (S. 539) folgt leicht, dafs, da K und $K+k$ die successiven Trägheitsmomente eines in Beziehung auf Magnetismus identischen Stabes bedeuten, dessen Schwingungsdauern nach einander τ und t sind:

$$K = k \cdot \frac{\tau^2}{t^2 - \tau^2} \quad \text{und} \quad K + k = k \cdot \frac{t^2}{t^2 - \tau^2}$$

und dafs mithin das *Trägheitsmoment selbst*, oder K durch die obigen Schwingungsdauern (τ und T) für jeden der zwei Stäbe bekannt ist, sobald nur der Zuwachs (k) es ist, den dasselbe durch die hinzugefügte Belastung erlitt. Bei dem Meyerstein'schen Apparat besteht dieser letztere in zwei vortrefflich gearbeiteten Messingcylindern, welche an Coconfäden so an den schwingenden Stab gehängt werden, dafs ihre Axen in genau mefsbarem Abstände parallel mit dem Aufhängungsfaden des Stabes zu beiden Seiten gleich weit von demselben liegen. Sind nun e die Entfernung der Axe eines jeden solchen Cylinders von dem Aufhängungsfaden, ρ sein Halbmesser, beide in Millimetern, und p sein Gewicht in Milligrammen, so folgt, wenn der Messung des Erdmagnetismus die jetzt üblichen Einheiten zu Grunde gelegt werden:

$$k = 2p \left(e^2 + \frac{\rho^2}{2} \right)$$

Ich habe nun, durch Messung mit einem der metrisch getheilten Stangenzirkel von Vande und Jeanray in Paris
 $e = 99,615$ $\rho = 5,00$
 gefunden, und dann durch Wägung mit einem Gewichts-
 satze dessen Stücke ich, zu einem anderen Zweck, sehr

sorgfältig mit einer willkürlichen Einheit (γ) verglichen hatte, nach einander:

$$p = 804,635 \cdot \gamma$$

$$p = 804,520 \cdot \gamma$$

$$p = 804,685 \cdot \gamma$$

$$\text{oder im Mittel } p = 804,613 \cdot \gamma$$

Die Bestimmung von γ habe ich nur auf Vergleichung mit einigen Grammentheilen gegründet, deren Summe nicht über 2,5 Gramme betrug, und daraus gefunden $\gamma = 62,165$.

Es würde folgen:

$$p = 50019.$$

Ein nur $\frac{1}{10000}$ ihres Nennwerthes betragender Fehler der zur Vergleichung gebrauchten kleinen Grammegewichte ist indessen so leicht möglich, daß ich vorgezogen habe Hrn. Meyerstein's Bestimmung als ganz richtig, und somit das Gewicht jedes Cylinders der von ihm beabsichtigten Größe, oder

$$p = 50000$$

vorauszusetzen. Es folgt hiermit:

$$\log k = 8,99720,$$

und aus den angegebenen Werthen von τ und t

für No. I		für No. II	
$\log K$	$\log (K - k)$	$\log K$	$\log (K - k)$
8,70690	9,17690	8,70567	9,17648
		8,70605	9,17661
		8,70585	9,17654 im Mittel.

Ueber die zweiten Hälften der Beobachtungen oder die Ablenkungsversuche habe ich nur noch zu bemerken, daß ich mich durch vorläufige Messungen von der strengen Richtigkeit der Zahlen überzeugt habe, welche auf dem Meyerstein'schen Apparate für die Entfernungen (r und r') angegeben sind, in welchen man nach einander den Mittelpunkt eines ablenkenden Stabes von dem des abzulenken den bringt. Sie sind $r = \pm 600$ $r' = \pm 800$. Ein jeder der unten anzuführenden Werthe von u oder von u' ist das arithmetische Mittel aus der mit dem positiven und mit dem gleich großen negativen Werthe von r oder von r' beobachteten Ablenkung, so wie auch, durch öftere Ab-

lesungen der Ruhestellungen des Stabes zwischen den einzelnen Theilen der Versuche, von dem Einflusse der Declinationsveränderungen genugsam befreit. Auch wurde endlich noch ein Verdacht wegen magnetischer Anziehungen *vollständig beseitigt*, die auf den abzulenkenden Stab von den Theilen des Kastens aus Rothgufs etwa ausgeübt würden, mit dem ihn der Künstler umgeben hat. Ich habe bald den einen, bald den andern dieser Theile weggenommen, ohne davon auf die Stellung des Magnetstabes irgend einen angebbaren Einfluß wahrzunehmen — und doch hatte mir damals ein Schreibfehler bei der Bestimmung der Trägheitsmomente ein so fehlerhaftes Endresultat der Versuche gegeben, daß der Verdacht einer störenden Einwirkung des Kastens eben so dringend erschien, als er jetzt gründlich widerlegt ist.

Die einzelnen Versuche zur *Bestimmung der Horizontalcomponente* des Magnetismus im Zimmer ergaben nun:

Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Winkel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	

1846.	Mit									
	$\log \tau$	$r' = 800$ u'	$r = 600$ u	$\log R$	$\log m T$	$\log \frac{m}{T}$	T	Trägheits- moment.		
Februar 10	Stab I	1,03248	126,012	3,07928	7,63624	7,13236	1,7862	K		
Februar 10	Stab II	1,00725	141,698	3,07928	7,68565	7,18641	1,7755	$\{K+k$		
Februar 10	Stab II	1,24269			7,68546			$\{K+k$		
Februar 12	Stab I	1,26795	125,600	3,07923	7,63530	7,13312	1,7827	K		
Februar 15	Stab II	1,00657	139,865	3,06363	7,68701	7,18974	1,7728	$K+k$		
Februar 15	Stab II	1,24185			7,68710			K		
Februar 27	Stab II	1,00739	140,273	3,06774	7,68338	7,19020	1,7684	K		
Februar 27	Stab I	1,03253	125,054	3,06774	7,63614	7,13763	1,7752	K		

Es folgt im Mittel für den Beobachtungsort im Zimmer:

$$T = 1,7768 \pm 0,0057.$$

Zur Uebertragung dieses Resultates auf den Punkt im Freien, an welchem die Inclination bestimmt ward, dienen dann endlich folgende, wegen der Schwingungsbogen bereits reducirte Schwingungsdauern eines Hansteen'schen Cylinders:

Im Zimmer. Februar 18. 2^h 33' bis 3^h 15':

3',14692

3,15085

3,14930

3,14653

im Mittel 3',14890 bei +13° R. Temp. der Nadel.

Im Freien. Februar 18. 4^h 34' bis 5^h 28':

3",13812

3,14039

3,13803

3,13838

im Mittel 3",13873 bei - 2°,8 R. Temp. der Nadel.

Im Zimmer. Februar 18. 6^h 30' bis 7^h 0':

3",14826

3,14562

im Mittel 3",14694 bei +11° R. Temp. der Nadel.

Ich habe früher (*Physik. Beob. u. s. w.* Bd. 2, S. 54) gefunden, daß wenn $\log \tau$ und $\log \tau_0$ die sechsstelligen Briggs'schen Logarithmen der bei ϑ Grad und bei 0 Grad Réaumur beobachteten Schwingungsdauern dieser Nadel bedeuten, dieselben hinreichend dargestellt werden durch:

$$\log \tau_0 = \log \tau - 96,2498. \vartheta.$$

Es werden hiermit die auf 0° Temperatur reducirten Schwingungsdauern:

im Zimmer 3",13969

im Freien 3,14064,

und es sind demnach von der im Zimmer beobachteten magnetischen Horizontalintensität: 0,00064 ihrer eigenen Gröfse abzuziehen, um den, für den früher bezeichneten Punkt geltenden, Werth derselben Gröfse zu erhalten.

Hiernach ist endlich zu setzen:

1846 } bei 52° 31' 36" Breite
Febr. — März } 11 4 49 O. v. Paris

$$i = 67^\circ 42'.73 \quad T = 1,7757.$$

Die letztere Zahl bedeutet bekanntlich, daß wenn man sich unter dem Namen *magnetischer Einheiten* zwei gleiche Quantitäten Magnetismus denkt, deren gegenseitige Einwirkung auf ein Millimeter Entfernung, ein Milligramm in der Secunde mittlerer Zeit ein Millimeter weit bewegt, die Wirkung von T auf eine magnetische Einheit, zur Bewegung eines Milligramms durch 1,7757 Millimeter in der Secunde hinreicht.

Die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus in Berlin ist auch in früheren Jahren schon gemessen worden, und zwar in derjenigen willkürlichen Einheit deren Ver-

hältniß zu der absoluten, welche dem T zu Grunde liegt, jetzt hinlänglich bekannt ist.

Bezeichnet man namentlich mit f eine in jener früher gebräuchlichen willkürlichen Einheit ausgedrückte Intensität, so folgt aus den drei absoluten Intensitätsmessungen, welche ich (1828 bis 1830) in *St. Petersburg*, in *San Francisco* und in *Rio Janeiro* durch Schwingungsversuche erhalten habe:

$$\log \frac{T}{f} = 0,54362^1).$$

und aus der absoluten Bestimmung, die Hr. Hofrath Gauss in Göttingen 1832 durch Ablenkungsversuche machte:

$$\log \frac{T}{f} = 0,54309.$$

Die letztere Verhältnißzahl ergibt folgende Zusammenstellung der Resultate für 1846 mit der Intensitätsbestimmung für *Berlin* durch Hrn. v. Humboldt im J. 1805 ²⁾ und mit derjenigen die ich 1828, durch Anschließung an dieselbe Einheit, die zuvor auf äußerst zuverlässige Weise durch Hrn. Hansteen über *Paris* nach *Christiania* und nach *St. Petersburg* übertragen worden, erhalten habe ³⁾.

<i>Berlin</i>	f	T
1805,5	0,47111	1,6376
1828,27	0,50280	1,7559
1846,13	0,50849	1,7757.

Dafs in der That, wie diese Resultate andeuten, die magnetische Horizontalcomponente für *Berlin* im ersten Viertel dieses Jahrhunderts eine unvergleichlich stärkere Abnahme erlitten habe als im zweiten, kann bis jetzt noch durch keine anderweitige Betrachtung wahrscheinlich gemacht werden. — Das gegenseitige Verhältniß der zwei letzteren Resultate (für 1828 und 1846) kommt übrigens demjenigen sehr nahe welches Prof. Hansteen's durchaus zuverlässige Bestimmungen den nahe gleichzeitigen Intensitäten in *Christiania* anweisen ⁴⁾.

1) *Physik. Beob.* u. s. w. Bd. II, S. 453 und 454.

2) A. v. Humboldt, *Observat. astronomiques etc.*, T. I, p. LXXV.

3) *Phys. Beob.* u. s. w. II, S. 78.

4) Gauss und Weber, Resultate u. s. w. 1840, S. 59; und Hansteen, *de mutation. momenti virgae magneticae. Christianiae* 1842. p. 17.

*Christiania**f**T*

1828,16	0,44129	1,5410
1841,28	0,44798	1,5644

In *St. Petersburg* und in *Jekatrinburg* ($58^{\circ} 13' 49''$ O. v. Par. $56^{\circ} 50' 38''$ Br.) haben sich dagegen in derselben Zeit beträchtlich verschiedene Veränderungen der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus gezeigt, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht, von denen, gerade wie in *Berlin* und in *Christiania*, die für 1828 auf meiner directen Bestimmung der *f*, die späteren aber auf absoluten Messungen (directen Messungen von *T*) in den Russischen magnetischen Observatorien beruhen ¹⁾:

*St. Petersburg**f**T*

1828,50	0,46032	1,6075
1842,50	0,47483	1,6582

*Jekatrinburg**f**T*

1828,7	0,53574	1,8707
1842,5	0,52631	1,8379

Es ist jedoch zu bemerken, daß die zuletzt genannte Zahl, wegen der außerordentlichen Abweichungen der acht einzelnen Resultate aus denen sie hervorging, mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0,0291$ behaftet ist, und daß eine so ungewöhnliche Größe der zufälligen Fehler auch deren Befreiung von constanten Fehlern minder gewiß erscheinen läßt.

Die Säcularveränderung der *Inclination* für *Berlin* ergibt sich dagegen mit weit mehr Sicherheit aus folgenden Beobachtungen, welche, mit Ausnahme der ersten, sämmtlich auf den oben bezeichneten Punkt, an dem die beiden letzten erhalten wurden, reducirt sind. Ich habe zu diesem Ende vorausgesetzt, daß in der Umgegend von *Berlin* einer Zunahme der Breite und einer Zunahme der östlichen Länge um $1'$, respective Inclinationszuwüchse von $+0',488$ und $-0',041$ entsprechen:

1) *Ermann*, a. a. O. S. 80 und 115; und *Annuaire magnet. etc. pour* 1842. *St. Petersburg*. 1844. p. 716.

Berlin

1806,0	69° 53'	v. Humboldt
1825,0	68 48,25	P. und A. Erman
1828,29	68 33,80	P. und A. Erman
1832,50	68 17,41	Rudberg und Encke
1836,87	68 6,76	Encke
1838,75	68 1,52	A. Erman
1846,20	67 42,73	A. Erman.

VIII. Ueber die Erwärmung des Eisens beim Magnetisiren desselben.

Um zu erfahren, ob im Eisen, bei seiner Magnetisirung durch den elektrischen Strom, Wärme entwickelt werde, hat Hr. Breda folgenden Versuch angestellt:

In das Innere einer Holzrolle, die mit einem Drahtgewinde umgeben war, ward ein Rohr von weichem Eisen gesteckt, das an beiden Enden luftdicht verschlossen war. Durch das eine dieser Enden ging ein offenes Glasrohr, abgesperrt durch einen Tropfen einer gefärbten Flüssigkeit. Ueberdies befand sich in dem Eisenrohr eine Antimon-Wismuth-Kette, deren Drähte zu dem anderen Ende hinausgingen und zu einem empfindlichen Galvanometer führten.

Zunächst verband Hr. B. das äußere Drahtgewinde auf continuirliche Weise mit einer galvanischen Kette, und versicherte sich dabei, daß von der direct in dem Gewinde erregten Wärme nichts durch die Holzrolle zu dem Eisenrohr überging. Hierauf machte er den Strom durch einen Rheotom, der die Kette etwa 30 Mal in der Secunde öffnete und schloß, discontinuirlich. Augenblicklich sah er den Tropfen in der Glasröhre fortrücken und die Nadel des mit der Thermokette verbundenen Galvanometers abweichen. Dabei liefs sich der gewöhnliche Ton hören. (*Compt. rend. T. XXI, p. 961.*)

IX. *Einiges über das Dove'sche Drehungsgesetz;
von Dr. Buijs - Ballot in Utrecht.*

(Schluss von Seite 438.)

Ich kann nicht umhin einige Prüfungen der Zahlen mitzutheilen, weil gerade diese mir die Arbeit angenehm gemacht haben. Sie sind so zahlreich und streng, dass man, wenn man auch die Hälfte der Unterschiede ändert, doch die wahren Unterschiede wieder findet, sobald man nur in der letzten Spalte nicht mehr als eine Veränderung macht, und in der vorletzten nicht mehr als drei. Darum habe ich auch auf die letzte Spalte die meiste Vorsicht verwendet, weil ein Fehler in dieser mich hätte irre leiten können.

1) Wäre der Wind zu Anfang einer Epoche W. gewesen, am Ende derselben NO., so hätte er entweder drei positive Drehungen und n Umgänge oder fünf negative Drehungen und $n+1$ Umgänge gemacht; n kann positiv oder negativ seyn, ist aber jederzeit eine ganze Zahl. Da jeder Umgang acht Striche erfordert, sey es positive oder negative, so müsste in dieser Epoche nach Abzug der negativen Drehungen von den positiven eine Zahl in der zehnten Spalte übrig bleiben, die, wenn keine Sprünge von 180° darin vorhanden waren, durch $8n+3=8(n+1)-5$ ausgedrückt würde. Gab es aber m Sprünge, gleichviel im positiven oder negativen Sinn, so müssen $4m$ abgezogen oder zugelegt werden, denn für jeden Sprung von 180° sind vier Striche nicht aufgezeichnet, die, wenn wir den Sinn der Drehung gekannt hätten, aufgezeichnet worden wären. Die zehnte Spalte muss also eine Zahl enthalten, die durch $8n \pm 4m + 3$ ausdrückbar ist. Mit andern Worten: nach Reduction der Winde auf dieselbe Richtung muss die Zahl der zehnten Spalte, wenn die Zahl der Sprünge gerade ist, durch acht theilbar seyn, und, wenn sie ungerade ist, durch vier; und wenn dies nicht der Fall ist, müssen die Unterschiede in einigen der acht vorhergehenden Spalten so lange geändert

werden, bis ihre Summe diesem Erforderniß genügt. Die Zahlen, welche von der Gesamtsumme der Drehungen während eines Vierteljahres abgezogen werden müssen, sind in der Tafel IV, die nur die Unterschiede in den Spalten enthält, in der elften Spalte angegeben. In den vorhergehenden Tafeln und in der Tafel V sind sie fortgelassen, weil diese sonst zu breit geworden wären, und weil sie jedenfalls durch Anwendung der obigen Formel leicht gefunden werden können.

2) Nicht nur kann gefunden werden, ob die Unterschiede in einigen Spalten zu ändern seyen, sondern auch in welchen Spalten und um wieviel; sonst würde man auch leicht die richtigen ändern, und die unrichtigen fehlerhaft lassen. Um die Verbesserungsmethode deutlich auseinander zu setzen, werde ich eine Beobachtungsreihe fingiren, und zeigen, wie ich damit verfare, um zu prüfen, ob Fehler darin vorhanden seyen. Es sey der Wind nach einander aufgezeichnet:

W. NW. SW. NO. O. SW. W. O. NO. N. SO.

S. N. NW. SW. SO. u. s. w.

Hierbei will ich stehen bleiben. Ich habe die Reihe absichtlich so anomal gemacht wie sie wohl nicht leicht vorkommt, um die Strenge der Berichtigung desto besser zeigen zu können.

Wenn ich auf vorhin (S. 425) genannte Weise damit verfare, so werde ich demnach finden wie das Endresultat von No. 2 und No. 1 ist. Gesetzt jedoch, ich hätte drei Fehler gemacht und aufgezeichnet, wie sie die oberste Reihe von No. 1 angiebt:

Schema No. 1.

	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Total	Sprünge.
Fehlerhafte		=	=	-	-	-				8	SW.-NO. W.-O.
	2	0	0	0	0	2	4	2	8		S.-N. SW.-NO.
Wahre		=	=	-	-	-				5	4
	1	(-1)	(-1)	(-1)	0	2	3	2	5		

Die Gesamtzahl der Drehungen hätte seyn müssen $8n+4.4+5$, weil vier Sprünge vorhanden sind und der Wind anfangs W., zuletzt SO. gewesen ist, oder $8(n+1)+4.4-3$. Hier genügt die Zahl 8 nicht, wohl aber 5 für $n=-2$; ich habe also drei Drehungen zu viel aufgezeichnet, aber wo?

Da der Sprung SW.—NO. einen halben Umgang gleich ist, so sind in den Spalten SW.—W., W.—NW., NW.—N., NO.—O keine positiven Striche aufgezeichnet und in den Spalten SW.—S., S.—SO., SO.—O., O.—NO. keine negativen; eins von beiden hätte aber geschehen sollen, wenn wir gewußt hätten, ob der Wind von SW. nach NO. entweder durch N. oder durch S. gegangen wäre. In beiden Fällen ist, wie man sich leicht überzeugt, wenn man auf das Zeichen achtgibt, hierdurch in den vier letzten Spalten ein Strich mehr als in den vier ersten aufgezeichnet, denn man hat gesetzt:

0 0 0 0 0 0 0 0

statt 0 1 1 1 1 0 0 0

oder (-1) 0 0 0 0 (-1) (-1) (-1)

Eben so ist, wegen des Sprunges von W. nach O., in jeder der Spalten W.—SW., SW.—S., S.—SO., SO.—O. ein Strich mehr verzeichnet als in den vier übrigen; wegen des Sprunges von S. nach N. enthält jede der Spalten S.—SO., SO.—O., O.—NO., NO.—N. einen Strich mehr als die der anderen, und wegen des letzten Sprunges von SW. nach NO. hat wiederum das Nämliche stattgefunden wie beim ersten Fall. Verfährt man nun so wie es in No. 2 wirklich geschehen ist, so wird man dieselbe Auskunft erlangen, welche man in No. 1 erhalten haben müßte, aber nicht erhalten, wenn man nur am Ende den Wind von N. nach SO. zurückbringt, was in No. 2 durch die vorletzte Zeile geschehen ist.

Schema No. 2.

	S	SVV.	VV.	NVV.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Dreh.	Sprünge.
SVV.—NO.	1	0	0	0	0	0	1	1	1	—	1
VV.—O.	1	1	0	0	0	0	0	1	1	—	1
S.—N.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	—	1
SVV.—NO.	1	0	0	0	0	0	1	1	1	—	1
VV.—SO.	—	—	0	0	0	0	0	—	—	—	—
Differenz	2	0	0	0	1	3	4	3	13	—	4
Correct. abzuziehen	1	1	1	1	1	1	1	1	8	—	—
Wahres Resultat	1	(-1)	(-1)	(-1)	0	2	3	2	5	—	4

Die unterste Reihe giebt genau die nämlichen Unterschiede als vorhin, und beweist also, daß man, selbst wenn man drei Fehler macht, alles genau wieder herstellen kann. Man kann nur unsicher seyn, ob man 13 oder 5 als Gesamtzahl der Drehungen anzunehmen habe; aber im ersten Fall müßte man, da $13 - 8 = 5$, fünf Fehler voraussetzen, was wohl nie geschehen könnte, da im Allgemeinen die Zahl der fehlerhaften Reihen in den Tafeln sehr gering war, und man bald eine genügende Uebung im Aufzeichnen erlangte. Wegen des Gesetzes, welchen die Gesamtzahl nach (1) genügen muß, liegt die Alternative immer zwischen 0 und 8 Fehler, zwischen 1 und 7, zwischen 2 und 6, zwischen 3 und 5, und zwischen 4 und 4. Wenn das Letzte stattfand, habe ich solche Reihen nicht aufgenommen, und deshalb fehlen die Jahre 1745, 1746 und 1748.

3) Es giebt noch eine Verification, nämlich für die verticalen Reihen, ähnlich wie die zweite die horizontalen berichtigte. Wenn man nämlich nicht mehr die Jahreszeiten gesondert hält, sondern die vier Partialsummen zu Einer Summe vereint, die für eine Gruppe von Jahren gilt, so müssen die Unterschiede in jeder verticalen Spalte eine gleiche Summe geben, wenn man nur die Sprünge beachtet. Man überzeugt sich leicht hievon, da der Wind nothwendig in einer Epoche für jede Himmelsgegend einen gleichen Ueberschufs von positiven Drehungen über die negativen

zeigen mufs. Die letzte horizontale Zeile, welche die besagten Summen enthält, müfste also nur gleiche Zahlen enthalten, wenn zuvörderst auf die nämliche Windesrichtung reducirt worden ist. Scheinbar ist dies für keine der vier Jahresgruppen der Fall, aber der Fall tritt für alle ein, wenn man nur die Berichtigung nicht unterläfst, die wegen der vernachlässigten Sprünge anzubringen ist. Wäre der Wind aus jedem Himmelsstrich gleich oft zu dem entgegengesetzten übergesprungen, oder wäre er nur eben so oft aus S. nach N. als aus N. nach S. u. s. w. gegangen, so würde die Berichtigung Null seyn. Durch die ungleiche Häufigkeit dieser Sprünge sind in den Zahlen scheinbare Unregelmäßigkeiten veranlaßt, die fortgenommen werden müssen, bevor man die Zahlen an dem Gesetze prüfen kann.

Ich werde dieses für die Jahre 1730—1737 etwas ausführlicher darthun, damit man mit Leichtigkeit aus dem Schema No. 3 ersehen könne, wie die Berichtigung für die anderen Jahresgruppen zu finden war.

Schema No. 3.

Anzahl und Namen der Sprünge in den verschiedenen Perioden.

Jahre	S.—N.	SW.—NO.	W.—O.	NW.—SO.	N.—S.	NO.—SW.	O.—W.	SO.—NW.	Summe
1730—1737	18	17	30	3	18	13	33	4	136
ungleiche	0	4	0	0	0	0	3	1	8
1738—1743	8	11	21	7	12	10	26	6	101
ungleiche	0	1	0	1	4	0	5	0	11
1749—1758	53	6	28	10	64	10	23	9	193
ungleiche	0	0	0	1	11	4	5	0	21
1760—1769	28	31	23	19	18	38	13	14	186
ungleiche	10	0	8	5	0	7	0	0	30
Summe	107	65	92	39	112	71	97	33	616

Schema No. 4.

Beispiel zum Auffinden der Berichtigung.

	S. SVV.	VV.	NVV.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Vernachlässigte Drehungen.
für 1730—1738									
Es geben									
4 (SVV.—NO.)	— 4	0	0	0	0	— 4	— 4	— 4	— 16
3 (O.—VV.)	0	0	— 3	— 3	— 3	— 3	0	0	— 12
1 (SO.—NVV.)	0	0	0	— 1	— 1	— 1	— 1	0	— 4
Berichtigung	— 4	0	— 3	— 4	— 4	— 8	— 5	— 4	— 32
für 1760—1769									
10 (S.—N.)	0	0	0	0	— 10	— 10	— 10	— 10	— 40
8 (VV.—O.)	— 8	— 8	0	0	0	0	— 8	— 8	— 32
5 (NVV.—SO.)	— 5	— 5	— 5	0	0	0	0	— 5	— 20
7 (NO.—SVV.)	0	— 7	— 7	— 7	— 7	0	0	0	— 28
Berichtigung	— 13	— 20	— 12	— 7	— 17	— 10	— 18	— 23	— 120

Ich habe angenommen, daß diese überschüssigen Sprünge alle im negativen Sinne geschehen seyen, nicht weil ich dafür eine Muthmaßung hätte, sondern damit ich ein äußerst kleines Resultat bekäme. Man hat vielmehr, wie ich schon vorhin andeutete, allen Grund zu vermuthen, daß die großen Sprünge, und selbst die kleinen, doch diese vielleicht nicht in dem Maasse wie jene, eher positiv als negativ seyen, indem es einem Luftstrom doch immer leichter seyn muß, einen Wind auf einige Zeit einen großen Sprung vorwärts als rückwärts machen zu lassen. Das Schema No. 3 giebt die Zahl und Art der Sprünge an, das No. 4 zeigt an zwei Beispielen die Art, wie die Berichtigung anzubringen ist. Jede erste Zeile in No. 3 enthält die Zahl, wie sie aufgezeichnet ist, jede zweite Zeile enthält nur die ungleichen Sprünge; diese Zahlen sind dadurch entstanden, daß ich immer den kleinsten von zwei gegenüberstehenden Sprüngen auf Null reducirt habe. Wenn ich nun die nicht compensirten Sprünge als negative halbe Umgänge ansehe, so muß ich in den vier vorhergehenden Spalten für jeden einen horizontalen Strich setzen. Da z. B. in den Jahren 1730 bis 1737 der Wind vier Mal mehr von SW. nach NO. als von NO. nach SW. gegangen ist, und ich dieß

als negative Windesänderungen betrachte, so muß ich in jede der Spalten SW. — S., S. — SO., SO. — O., O. — NO. vier horizontale Striche ziehen, wie ich dies auch in dem Schema No. 4 gethan habe. So bin ich bei allen überschüssigen Sprüngen verfahren und habe dadurch die Berichtigung erhalten, welche, an den Totalsummen der Tafeln angebracht, dieselben untereinander gleich machen muß und wirklich gleich gemacht hat, denn jeder sieht ein, daß einige Summen um eins kleiner seyn müssen als die anderen, weil der Wind durch sie einmal weniger gedreht ist, da dieser nicht am Anfang und am Ende der Periode derselbe war. Seine Anfangs- und Endrichtung ist aber am Kopf und Fuß der Tafel angegeben.

Diese schönen Verifikationen, welche auf alle horizontalen und verticalen Reihen angewandt sind (außer auf die verticalen Reihen der Tafel V, weil sie dazu wegen der nicht auf einander folgenden Jahre unanwendbar waren) machen es beinahe unmöglich, daß in den Unterschieden ein Fehler begangen sey; es ist geradezu unmöglich, wenn ich nicht einen Sprung übersehen habe, und dies möchte wohl nicht geschehen seyn.

Achtet man auf die Wahrheit, welche der dritten Verificationsmethode zum Grunde liegt, so wird man leicht sehen, daß man nichts mehr zu kennen braucht als die Sprünge, den Wind am Anfang und Ende einer Periode, und den Ueberschuß der positiven Drehungen über die negativen in irgend einer Spalte z. B. zwischen O. und SO., um alle Unterschiede in den übrigen sieben Spalten getreu wieder geben zu können.

Ergebnisse und Folgerungen.

Eigentlich braucht man Schlüsse nicht mitzutheilen, denn aus gleichen Prämissen, also aus den obigen Tafeln, wird jedermann gleiche Schlüsse ziehen. Ich habe auch deren nicht viele zu machen, weil ich bei den allgemeinen Folgerungen stehen bleiben muß, da die Beobachtungszeiten zu weite und überdies nicht gleiche Intervalle um-

fassen. Wäre der Wind zu jeder Stunde oder nur zu zwei oder drei Stunden beobachtet, so hätte sich wohl noch mehr daraus folgern lassen, was jetzt nicht erlaubt ist, da die ohnehin großen Unregelmäßigkeiten des Windes leicht ein wahres Gesetz verdecken, und ein anderes, das in der Natur nicht begründet ist, hervortreten lassen könnten. Ich werde also nur Folgendes bemerken.

1) Die Sprünge geschehen unregelmäßig, wie Schema No. 3 zeigt. Die von S., W., N., O. nach den gegenüberstehenden Richtungen sind allerdings viel häufiger als die von den dazwischen liegenden Himmelsgegenden; indess liegt dies vermuthlich nur daran, daß die Cardinalgegenden vorzugsweise aufgezeichnet worden sind, wie denn Herr Professor Wenckebach bewiesen hat, daß solche Ungenauigkeiten wirklich bei den Windbeobachtungen stattgefunden haben ¹⁾).

2) Je genauer die Windrichtung aufgezeichnet wird, desto weniger Sprünge kommen vor, was auch wohl *a priori* einleuchten wird. Während der Jahre 1760 — 1769 sind die Richtungen des Windes in $\frac{1}{12}$ Umgängen angegeben, und diese Jahre enthalten auch weniger Sprünge als die vorhergehenden Perioden, wiewohl ich jede Windesänderung für einen halben Umgang genommen habe, die es noch nicht war, wenn sie sich nur in den Gränzen $(1 \pm \frac{1}{2})\pi$ vorfand. Es müßten anders wo noch

36 Sprünge von $(1 + \frac{1}{8})\pi$, 25 von $(1 + \frac{1}{6})\pi$
50 Sprünge von $(1 - \frac{1}{3})\pi$, 25 von $(1 - \frac{1}{6})\pi$
abgezogen werden, und es würden nur 50 übrig bleiben, was, wie man sieht, mein Resultat für die positive Windesänderung noch ein wenig günstiger machen würde.

3) Die Wirkung der Rotation der Erde auf die Windesänderungen ist, wie die Tafeln zeigen, sehr merkbar.

1) Ausführlich dargethan wird man dies finden in der viel umfassenden Abhandlung des Herrn Professor Wenckebach: *Sur la direction et l'intensité moyennes du vent en Neerlande et leur variations tant régulières qu'irrégulières*, in den Denkschriften des Nederl. Kong. Institut 1. Klasse.

In der folgenden Tafel habe ich alle Drehungen zusammengestellt.

Tafel VI.

Uebersichtstafel für die Windesänderungen.

Im Winter.

	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Dreh.	Spräng.
1730 — 1737	2	0	0	— 4	— 4	— 1	0	2	— 5	35	
1737 — 1743	27	28	29	30	24	23	22	23	206	25	
1749 — 1758	33	32	27	28	24	26	33	32	235	40	
1760 — 1769	17	14	13	8	9	7	11	18	97	43	
Summe	79	74	69	62	53	55	66	75	533	103	

Im Frühling.

1730 — 1737	12	11	9	11	12	13	13	12	93	41	
1737 — 1743	3	3	8	5	9	10	4	5	47	28	
1749 — 1758	13	13	19	15	17	18	14	17	126	60	
1760 — 1769	16	17	12	9	15	19	23	24	135	67	
Summe	44	44	48	40	53	60	54	58	401	196	

Im Sommer.

1730 — 1737	11	10	8	8	8	8	11	9	73	33	
1737 — 1743	18	18	11	13	9	9	16	15	109	26	
1749 — 1758	15	16	21	22	19	16	12	10	131	51	
1760 — 1769	15	15	18	21	23	20	17	17	146	46	
Summe	59	59	58	64	59	53	56	51	459	156	

Im Herbste.

1730 — 1737	8	8	15	18	17	17	10	9	102	27	
1737 — 1743	14	12	18	17	19	19	14	15	128	22	
1749 — 1758	19	22	21	21	15	11	7	8	122	36	
1760 — 1769	14	23	17	18	19	13	16	13	133	30	
Summe	43	63	71	74	70	60	47	45	485	115	
Tafel V.	73	63	55	50	54	51	58	65	469	80 + x	
Tot. Summe	322	318	312	300	299	292	295	309	2347	650 + x	

Die Fehler sind dadurch veranlaßt, daß ich anfänglich das Jahr 1769 zu der Gruppe 1760 — 1768 gezählt, nachher aber zu der Tafel V genommen und dabei vergessen hatte, es von seiner ersten Stelle fortzunehmen, wodurch es zwei Mal aufgezeichnet ward.

Wir haben also in 39 Jahren 2347 positive Drehungen mehr als negative, was auf das Jahr 60 $\frac{1}{2}$ macht, nebst

$\frac{650+x}{39}$ Sprüngen; x bezeichnet die unbekannte Zahl von

Sprüngen im Jahre 1729, für welches ich sie nicht aufzeichnet habe. Setzen wir für x einen Näherungswerth von 19, was etwas zu viel ist, so erhalten wir für jedes Jahr $17\frac{1}{5}$ Sprünge, also noch nicht eine Unsicherheit von $4 \times 17\frac{1}{5}$ Drehungen. Die positiven Drehungen übertreffen also jährlich die negativen um $60 \pm 58\frac{2}{3}$. Auch die äußerste Gränze ist somit positiv. Man kann aber offenbar die Gränzen viel enger ziehen; so wird z. B., wenn man annimmt, daß durchschnittlich $\frac{2}{3}$ bis $\frac{4}{3}$ der Sprünge positiv sind, $\frac{2}{3}$ also die Mittelzahl der positiven Sprünge ist, was freilich keine allzu günstige Annahme ist, das Uebergewicht der positiven Drehungen über die negativen $= 66,8 \pm 13,6$. Die kleinste Drehung in einem Jahre erfolgte im Jahre 1733 $= +3$, die größte im Jahre 1752 $= +128$.

4) Die Zahl der positiven Drehungen ist in den verschiedenen Jahreszeiten nahe gleich, im Winter vielleicht etwas größer als in den übrigen Jahreszeiten. Man vergleiche indeß das Resultat von 1730 — 1737 mit dem allgemeinen, um das Gewicht einer solchen Bestimmung zu würdigen.

5) Was die Geschwindigkeit der Drehung betrifft, so ist sie, da der Wind durch alle Himmelsgegenden gleich viel Drehungen machen muß, der Häufigkeit, mit welcher der Wind aus jeder Himmelsgegend weht, offenbar umgekehrt proportional, und der Winkel, um welchen der Wind, wenn er sich aus einem Himmelsstriche im Mittel drehen wird, findet sich, wenn man die Zahl der Drehungen mit 45 multiplicirt, und durch die Zahl der Male, daß solcher Wind geweht hat, dividirt. Jede Drehung hat nämlich, meiner Definition zu Folge, einen Werth von 45° . Durch jede Spalte dreht sich aber der Wind $\frac{66,8}{8}$ Mal in einem Jahre, durchläuft also in den n Malen, daß er geweht hat, zusammen $\frac{60 \times 45}{8n}$ oder $\frac{337,5}{n}$ Grade.

Wenn ich in den Spalten meiner Tafeln nicht die Unterschiede der positiven und negativen Summen nehme, sondern deren Summe, und dabei alles für jede Spalte zusammen ziehe, so finde ich, wie viele Male der Wind sich in jeder Spalte aufgehalten hat. Die gesammte Summe wird also $=n$ seyn; dieß giebt in den verschiedenen Spalten der drei ersten und der fünften Tafel die folgenden Werthe für n und $\frac{337,5}{n}$.

Tafel VII.

Werthe von $29n$ und $\frac{337,5}{n}$.

	Zwischen den Himmelsgegenden.								
	S-SW.	SW-W.	W-NO.	NW-N.	N-NO.	NO-O.	O-NO.	SO-S.	
$29n$	2417	3166	2751	2116	1645	1690	1504	1514	
$\frac{337,5}{n}$	4°,1	3°,1	3°,6	4°,55	6°	5°,85	6°,5	6°,2	nach meiner Methode.
$\frac{337,5}{n}$	1°,9	1°,6	2°	2°,95	3°,3	2°,5	2°,8	2°,85	nach VIII.

In der letzten Reihe dieser Tafel habe ich die Drehungswerthe der Winde nach einer andern Methode angegeben. Herr Prof. Wenckebach hat mir nämlich den Gebrauch seiner Rechnungen aus der genannten, noch ungedruckten Abhandlung gütigst gestattet; er hat daselbst p. 23 die Zahl der in Zwanenburg beobachteten Winde, jährlich 1085, auf 1000 reducirt und nachgewiesen, wie viel deren auf jede Richtung kommen. Von dieser Tafel, die von 1743 bis 1839 reicht, habe ich in die achte Tafel die 27 ersten Jahre aufgenommen, weil sie in dieselbe Zeit gehören, wie die von mir untersuchten Jahre. Man wird wohl sehr nahe aus 27 Jahren die verhältnißmäßige Zahl finden können, kann aber zugleich aus der Tafel erschen, wie groß auch hier die Unregelmäßigkeiten sind, so daß man sich nicht wundern darf, daß die Drehungswerthe, nach diesen beiden Methoden berechnet, nicht übereinstimmen. Die

nach Herrn Prof. Wenckebach's Angaben berechneten Werthe sind ungefähr um die Hälfte kleiner als die me- nigen, aber auch viel zuverlässiger. Das Verhältniß zwi- schen den Zahlen beider Reihen stimmt aber ziemlich mit einander und weicht von den von Eisenlohr gegebenen Zahlen ganz ab ¹⁾. Die letztern habe ich also fortgelassen, auch weil die Methoden, nach welcher die Berechnung an- gestellt wurde, mir falsch erscheint.

Tafel VIII.
Häufigkeit der Winde.

	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	Wind- still.
1743	129	175,5	247	147	76	96	106,5	99	19
1744	127,5	169	276	142,5	65,5	106,5	110	81	20
1745	125,5	168,5	235	107	44,5	120	157,5	135	2
1746	131	210	210	149	43	112,5	148,5	88	3
1747	100	174,5	214	217	63	141,5	167	115	2
1748	90	162,5	234,5	125,5	70,5	160	170	83	2
1749	104,5	185	194,5	131,5	70,5	125	176	104	4
1750	134,5	181	247,5	143	56,5	94,5	147	90	1
1751	99	222,5	201	111,5	78,5	120	143,5	108	11
1752	128,5	187,5	247	148	92,5	120	96,5	75	2
1753	92,5	233,5	187,5	174,5	55,5	119	125,5	107	
1754	92,5	219,5	234	165	54	108	129,5	92,5	
1755	106,5	194,5	271	121	66	87,5	177	71,5	
1756	123,5	183,5	242	123	50	95	207	74,5	
1757	71,5	242,5	210,5	151,5	60	115	160	83	1
1758	115	179	187,5	109	61,5	88,5	233,5	109	12
1759	151	174	246	95	50,5	84,5	185	86	23
1760	116,5	251	250	150	61	113,5	109	39	8
1761	170,5	258,5	169,5	109,5	75	68,5	155	87,5	1
1762	157	199	169	138	85,5	134	154	61,5	
1763	185,5	232,5	173	123	92	138	82,5	67,5	1
1764	177	189	194,5	191	89,5	123	82	57,5	1
1765	179	154	196,5	178	86,5	144,5	82	74,5	
1766	182	163	189,5	150	90,5	152,5	109,5	58	
1767	166	194	232	139,5	106,5	109	83,5	64	
1768	187,5	177	194,5	109	89,5	125	123,5	97	
1769	157	188	204	149,5	101	121,5	84	61	26
	3600,5	5268,5	4857,5	3698,5	1935	3123	3705	2267	139
	5268,5	4857,5	3698,5	1935	3123	3705	2267	3605	
Mittel	4434,5	5063	4278	2816,7	2529	3414	2986	2933,7	

1) Dove's Repertorium der Physik, Bd. IV, S. 186.

Die vorletzte horizontale Reihe giebt die Summe oder die Anzahl der Male, daß jeder Wind beobachtet worden ist. Meine Methode giebt an, wie oft der Wind zwischen zwei einander folgenden Richtungen hin- und hergegangen ist, nicht aber wie lange er in jeder Richtung verweilt hat, und deshalb sind meine Zahlen viel kleiner, meine Drehungswerthe nahe zwei Mal gröfser, da ich viel weniger Winde aufgezeichnet habe als beobachtet worden sind. Ich hatte nur auf die Aenderungen zu merken. Das Verhältnifs aber wird, wie ich glaube, eben so gut und selbst besser nach meiner ersten Methode gegeben, als nach der, welche ich auf die, in der Tafel VIII enthaltenen unmittelbaren Beobachtungen begründet habe, die absolute Gröfse besser nach der zweiten. Zu der Summe der S.-Winde habe ich die SW.-Winde addirt, zu der der SW.-Winde die W.-Winde u. s. w., und durch 2 dividirt; dadurch erhielt ich die untersten Zahlen der Tafel VIII, welche nun auch angeben, wie vielmal der Wind zwischen S. und SW., zwischen SW. und W. u. s. w. geweht hat, wie dies in den drei ersten und der fünften Tafel stattgefunden.

Wenn ich nun die letzten Zahlen 4434,5, 5063, u. s. w. mit 27 dividire, dann aber mit $\frac{1085}{1000}$ multiplicire, so erhalte ich die n , und mit dieser Gröfse habe ich 337°,5 zu dividiren, um meine Drehungswerthe zu erlangen.

Noch muß ich bemerken, daß die Summen in den Spalten der Tafeln I—III und V nicht derselben Verification unterworfen worden sind, wie die Unterschiede, wodurch jene viel ungenauer seyn können als diese; wenn nämlich der Wind W. war, und sich bei der folgenden Beobachtung WNW. aufgezeichnet fand, machte ich bisweilen dafür einen Strich, bisweilen aber nicht, und ich weiß nicht mehr, ob letzteres eben so oft geschehen als ersteres; auch wenn der Wind unaufhörlich zwischen zwei Richtungen hin und her schwankte, werde ich wohl einige Male unterlassen haben die horizontalen und verticalen Striche zu ziehen, die zur Andeutung einer solchen Schwankung nöthig sind. Für

die Jahre 1760 — 1769 fand ich den Wind in 32 Richtungen angegeben; hier war aber gar nicht mehr Ordnung zu halten, und darum habe ich für diese Jahre nur die Unterschiede beachtet. Jedenfalls wird das Verhältniß meiner Summen-Zahlen nicht viel dadurch geändert worden seyn, aber sie sind sämmtlich ein wenig kleiner als sie wirklich seyn sollten. Ich habe die gegebenen Zahlen keiner weiteren Berechnung unterworfen, sondern mich nur befließt, sie möglichst vollständig zu geben, so daß Jeder die Data, welche er braucht, daraus entlehnen kann. Wünschenswerth wäre es, daß ähnliche Bestimmungen, wie ich hier für Holland gegeben habe, auch für andere Länder unternommen würden ¹⁾.

X. Ungewöhnliche Farbenvertheilung im Regenbogen.

Am 21. Juli 1845 Abends 7 Uhr beobachtete Hr. Zantedeschi zu Venedig zwei Regenbogen, den primären mit seinem secundären, von einer Schönheit, wie sie seit Menschengedenken nicht in jener Stadt gesehen wurde. Das Ungewöhnlichste dabei war indess die Farbenvertheilung in dem Hauptbogen. Auf die grüne Zone folgte unmittelbar eine schöne purpurfarbene, und auf diese wiederum, ebenfalls dicht daran, eine blafsgrüne. Hr. Z. glaubt, die purpurfarbene Zone sey entstanden aus der Ueberdeckung des Roth und des Violett zweier aneinanderstossender innerer (überzähliger) Bogen. (*Compt. rend. T. XXI. p. 324.*)

1) Im Interesse des geehrten Hrn. Verf. finde ich hier gut zu bemerken, daß der vorstehende Aufsatz bereits seit länger als einem halben Jahre in meinen Händen war.

XI. *Stalactiten mit Krystallen als Axen;*

von *Dr. Gustav Fiedler*,

Königl. sächs. Bergcommissär und Ritter m. O.

Die Stalactiten der Grotte auf Antiparos bestehen aus gelblichem, seltner weißem, excentrisch strahligem Arragonit, während, mit Ausnahme von ein Paar Grotten in Nordamerika, welche denen von Antiparos ganz ähnliche Stalactiten aus strahligem Arragonit enthalten, die aller übrigen bis jetzt bekannten Grotten aus Kalksinter gebildet sind.

Leider ist die interessante Grotte von Antiparos aller Zierden ihres Gewölbes seit mehr als ein Paar hundert Jahren fortwährend beraubt worden; die Stalactiten sind mit Steinen abgeworfen, mit Pistolen abgeschossen, so daß jetzt auch nicht ein einziger, nur ein Fuß langer, vollständiger Stalactit übrig geblieben ist. Auch ward diese Grotte mit angezündeten Kienstücken und in Pech oder Schiffstheer getauchten Tauen seit Jahrhunderten schmäblig verräuchert; es ist daher jetzt sehr schwierig die ursprüngliche Vertheilung der Stalactiten ohne besondere kostspielige Vorkehrungen zu beobachten.

Eine kurze Beschreibung dieser Grotte befindet sich in meiner: Reise durch alle Theile Griechenlands in Auftrag der Regierung, Bd. II, S. 193 u. f. Leipzig bei Fr. Fleischer, 1840 und 1841.

Bei näherer Betrachtung der Ueberreste einiger Stalactiten ergaben sich folgende eigenthümliche Verhältnisse, welche über die Bildungsweise derselben eine von der bisher allgemein angenommenen, ganz verschiedene Ansicht begründen.

An Stellen, wo sich wenig und kleine Stalactiten zeigen, findet man cylinderförmige, nur $\frac{1}{2}$ Zoll dicke, einige Zoll lange Stalactiten, die äußerlich gerundet sind; sie be-

stehen meist aus Kalkspath, und sind nur aufsen mit einer zarten Lage von faserigem Arragonit umgeben.

Die südliche kleine Nebenschlotte ist meist mit traubenförmigen, oder wie Eisenblüthe mannigfaltig gekrümmten, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Bildungen, die einen Kern von Kalkspath haben, überdeckt, zwischen ihnen befinden sich hin und wieder Büschel von neben und über einander krystallisirten, bis zu ein Paar Zoll langen, spitzen Pyramiden aus gelblichem Arragonit, zwischen und auf welchen oft 5 bis 6 Millimeter grofse, gebogene, flache Kalkspath-rhomboëder sitzen.

In dieser Nebenschlotte trennte ich eine über ein Paar Zoll vorstehende, und auch so breite, äußerlich traubige, gegen 6 Zoll lange Hervorragung; sie hat einen $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken, nach unten stumpf konisch schmaler zulaufenden Kern, von blafsrothem, grofsblättrigem Kalkspath, der mit einigen deutlich von einander getrennten Lagen gelblich-weißen, zartfaserigen Arragonits umgeben ist.

Vom Deckengewölbe der Hauptgrotte, südlich gegen jene Nebenschlotte zu, besitze ich den Ueberrest eines Stalactiten, 4 Zoll im gröfseren Durchmesser und 5 Zoll lang; in seinem Kern zeigt sich als Axe durchgehend Kalkspath mit Einer Rhomboëderfläche, die gegen $\frac{1}{2}$ Zoll im Längendurchschnitt hat. Ihn umgiebt in kreisförmigen, nach aufsen immer stärkeren Lagen gelblicher strahliger Arragonit. Die nach dem Innern der Grotte gerichtet gewesene Seite ist, von jener Axe an gerechnet, nur $\frac{3}{4}$ Zoll stark, besteht aus blafsgelbem, strahligem Arragonit. Die Aufsenseite ist aus dicht neben einander verwachsenen Rhomboëderecken und Kanten gebildet, die so wenig hervorragen, dafs sie in einigen Ellen Entfernung wie gleichförmig gerundet aussieht. Die nach dem Eingang der Grotte zugewendet gewesene Seite hingegen ist $2\frac{1}{4}$ Zoll von der Axe entfernt, die Arragonitlagen sind breiter, dickstrahliger und dunkler gelb wie die der Hinterseite. Die Vorderseite besteht äußerlich ebenfalls aus Rhomboëderecken und Kanten, die jedoch hier stark hervorragen; auf diesen sind aber noch eine Menge,

meist $\frac{1}{2}$ Zoll große, sattelförmig gebogene, flache Kalkspathrhomboëder krystallisirt, viele nur mit Einer Ecke, die meisten kaum zur Hälfte mit der Aussenfläche verwachsen.

Wie sich nun Eisenblüthe mit ihren wunderbaren Krümmungen in Eisensteingruben, in Höhlungen und selbst an lange Zeit verlassenen Punkten (Oertern u. a.) durch Sintern, Verdunsten, Dämpfe und terrestrisch-galvanische Wirkung in leeren, nicht unter Wasser stehenden Räumen auswärts bildet und krystallinische Structur hat, so könnte man auch annehmen, daß sich jene Stalactiten, welche vom Innersten an starke Krystallisationskraft zeigen, zuletzt äußerlich auf jene Weise mit Krystallen bedeckten. Es bestehen ferner viele Stalactiten anderer Grotten innen aus großblättrigem Kalkspath, wie durch eine, bis zur vollkommenen Ausbildung fortgeschrittene Krystallisation, und sind oft am Ende mit einer Rhomboëderspitze versehen. Aber die nachfolgenden Beobachtungen deuten auf eine andere Bildungsweise hin.

Zuvor ist jedoch noch ein merkwürdiger Umstand zu bemerken, nämlich: nach den Versuchen des Prof. Gustav Rose zu Berlin bedarf Arragonit eine viel höhere Temperatur zu seiner Bildung als Kalkspath (in diesen Annalen, Bd. 42, S. 353). Bildungen, welche noch täglich in der Natur stattfinden. So in höheren Temperaturen die sintrischen kalkigen Absätze heißer Quellen, welche alle faseriger Arragonit sind, z. B. auf der Insel Thermia bei $44^{\circ} \frac{1}{2}$ R. Zu Karlsbad im Sprudel bei 59° R. Auf Euboea zu Aedepsos in den Bädern des Herakles an der sogenannten großen Quelle bei $60^{\circ} \frac{1}{2}$ R., an der ersten Quelle, dem dortigen Sprudel bei 67° R. (schöner als die Karlsbader Sprudelsteine) u. a. m. Während bei einer niederen Temperatur von nur 12° R. in den entferntesten Theilen der Adelsberger Grotte, in dem sich dort sammelnden Tropfwasser, schöne, vollkommen ausgebildete Kalkspathrhomboëder, 2 bis 4 Millimeter groß, in größeren und kleineren Gruppen noch fortwährend sich bilden.

Es bestehen aber die Kerne vieler Stalactiten der Grotte

von Antiparos aus Kalkspath, und sind, wie früher schon erwähnt, mit stärkeren Arragonitlagen umgeben.

Außer den bisher beschriebenen finden sich im südlichsten Theil der Grotte an der Decke des Hauptgewölbes Stalactiten, welche ganz aus Arragonit bestehen; ihr Mittelpunkt ist dicht, radial von ihm gehen ziemlich dicke Strahlen aus, welche sich außen als freie, oft $\frac{1}{4}$ Zoll lange Pyramidenspitzen endigen, und diesen Stalactiten daher ein sehr stacheliges Aeußeres geben. Einen derselben trennte ich längs seiner Axe, und fand darin eine ausgebildete, äußerst spitze, sehr lange Pyramide mit meßbaren Kantenwinkeln, welche die Axe des Stalactiten bildet, siehe Taf. III, Fig. 8 und 9, das daran passende Stück mit dem Abdruck des Krystalls. Unter den mitgebrachten Stücken fand ich nun mehrere ähnliche, von denen ich die ausgezeichnetsten hier in natürlicher Gröfse darstelle. Fig. 10 und 11, wo die als Axe dienende spitze Pyramide zur Hälfte an der Außenseite des Stalactiten liegt, an ihr hat sich radial und rechtwinklich, wie bei allen diesen Stalactiten, aber nur an der anderen Seite faseriger Arragonit angesetzt; dieser Krystall, der als Axe diente, zeigt an seiner äußeren Seite längs herab ausgewitterte Streifen. Bei Fig. 12 steht der Axenkrystall regelmäfsig in der Mitte; so sind die meisten gebildet.

Dergleichen meßbare, lange Krystalle können sich aber nicht, wie die Entstehung der Stalactiten allgemein erklärt wird, durch Tropfen, Herabfließen, Verdampfen sintrischen Wassers im freien, nur mit Luft erfüllten Raume bilden, sondern derselbe mußte in dem vorliegenden Falle mit Flüssigkeit erfüllt seyn, aus welcher sich an der Decke der Grotte, wie in einem Krystallisationsgefäße, jene langen Krystalle, um diese der faserige Arragonit und bei einigen zuletzt die auf der Außenfläche fast frei aufsitzenden Rhomboëder ansetzten. Als nun die Gebirge gehoben wurden, entleerte sich die Grotte durch die in jedem Gebirg befindlichen Spalten und Risse; diese Stalactiten waren also schon vorhanden; dann traten in jener Zeit, wo die ver-

härtete Erdrinde noch stärkeren Einwirkungen vom Innern der Erde ausgesetzt war, wie jetzt, Nachbildungen ein, es entstanden Stalactiten und die an den Seitenwänden herabgefloßenen Sinter, die zwar heute noch entstehen, aber in bei weitem schwächeren Maasse, als wir sie gebildet finden.

Dresden, im Januar 1846.

XII. Ueber das Vermögen neutraler Metallsalzlösungen von einem andern weniger oxydirbaren (mehr negativen) Metall eine geringe Menge aufzulösen; von N. W. Fischer.

(Vorgelesen in der schles. Gesellsch. für vaterl. Kultur am 18. März 1846.)

Bei meiner Untersuchung über die Reduction der Metalle aus ihren Auflösungen durch andere leichter oxydirbare, mehr positive Metalle, habe ich auf die eigenthümliche Erscheinung aufmerksam gemacht, daß die Auflösung von essigsaurem und salpetersaurem Zinkoxyd etwas von metallischem Blei, und die von salpetersaurem Kupferoxyd eine geringe Menge von Silber auflöst, wenn diese Metalle in fein zertheiltem Zustande mit der Auflösung in Berührung stehen. (S. diese Annal. Bd. IV, S. 296.) Wenn daher dasselbe Metall, welches die Salzauflösung enthält, mit einer Spitze in die Flüssigkeit eintaucht, so reducirt es das aufgelöste negative Metall, also das Zink in der Zinkauflösung, das Blei und das Kupfer in der Kupferlösung des Silbers. Die Flüssigkeit löst dann von neuem eine geringe Menge von dem negativen Metall auf, welches wieder von dem positiven Metall reducirt wird und so fort. Wenn daher die an den Zink sich anlegenden Bleidendriten und die am Kupfer gebildeten Silberdendriten durch ihre Schwere oder

die Bewegung der Flüssigkeit abfallen, so stellen sich nach kurzer Zeit wieder neue Dendriten dar. Dieses abwechselnde Auflösen und Reduciren hört nur dann auf, wenn entweder die Spitze des reducirenden Metalls ganz aufgelöst oder mit dem gebildeten basischen Salz so fest überzogen ist, daß das reducirende Metall nicht mehr in unmittelbarer Berührung mit der Flüssigkeit steht, oder wenn die Auflösung selbst so übersättigt mit dem gebildeten Oxyd des positiven Metalls ist, daß sie nichts mehr von dem negativen aufzulösen vermag. Ein Erfolg, der nach mehreren Monaten, ja unter günstigen Umständen selbst nach Jahr und Tag noch nicht stattfindet ¹⁾).

Als Grund dieser Erscheinung hatte, ich die Neigung der neutralen Metallsalze in basische überzugehen angegeben, eine Erklärung, welche durch neuere Versuche bestätigt worden ist. Nach diesen nämlich findet diese Erscheinung des AuflöSENS der Metalle in Metallsalzauflösungen ziemlich allgemein statt, und ist nach der verschiedenen Natur der Metalle, besonders aber der der Metallsalze, die erforderliche Zeit verschieden, in welcher die bewirkte Auflösung des Metalls wahrzunehmen ist, was wieder vorzüglich von der Schwierigkeit oder Leichtigkeit abhängt, mit welcher das angewandte Metallsalz in ein basisches übergeht. So kann z. B. schon nach vierundzwanzig Stunden

1) Ein im September v. J. bei der Anwesenheit des Hrn. Prof. Dove aus Berlin in nachstehender Art angestellter Versuch zeigt noch jetzt, Ende April, dieses alternirende Auflösen und Reduciren. In eine Reagensröhre, auf deren Boden fein zertheiltes Silber war, wie es am besten aus dem salpetersauren Silberoxyd durch Eisenvitriollösung erhalten wird, wurde die Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd gegossen, welche, um sie vollkommen neutral zu erhalten, so lange mit metallischem Kupfer gekocht worden war, bis sich basisches Salz abzuschcheiden anfang, und vermittelst eines Pfropfs ein Kupferdraht durch die obere Oeffnung der Röhre so gehalten, daß die Spitze desselben in der Flüssigkeit stand. Nach 24 Stunden konnten schon feine Silberdendriten wahrgenommen werden, welche sich an diese Spitze angelegt hatten. Wenn diese nach einiger Zeit abfielen, so legten sich neue an die Kupferspitze an, und dieses ist noch, wie angegeben, nach 7 Monaten der Fall.

die Reduction des aufgelösten Silbers an der Spitze des Kupferdrahts wahrgenommen werden. Bei Anwendung von salpetersaurem Kupferoxyd, was bei Anwendung des schwefelsauren Kupferoxyds kaum nach vier Tagen der Fall ist.

Was diese Reduction selbst betrifft, so ist sie eine nothwendige Folge der vorhergegangenen Auflösung, sobald ein reducirendes Metall in dasselbe gestellt wird. Eben so natürlich ist es, daß die Flüssigkeit, sobald das aufgelöste Metall daraus durch Reduction abgeschieden worden ist, von neuem etwas davon auflösen wird und so fort, wobei immer mehr und mehr basisches Salz aus dem angewandten neutralen gebildet wird. Je mehr dieses letztere der Fall ist, desto länger hat auch die alternirende Wirkung des Reducirens und AuflöSENS stattgefunden. DiefS zeigt sich besonders beim salpetersauren Kupferoxyd, indem aus der Auflösung, in welcher eine Zeit lang diese Wechselwirkung stattgefunden hat, mit dem niederfallenden Silber zugleich basisches Kupfersalz niederfällt. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die Reduction auch von einem anderen Metall, als dem in dem Salz enthaltenen, bewirkt werden kann, sobald es nur reducirend auf das aufzulösende einzuwirken vermag, ohne zugleich das Metallsalz selbst wieder herzustellen. So z. B. kann das in dem Zinksalz sich auflösende Silber, so wie durch Zink, auch durch Eisen reducirt werden.

Hieraus geht folgendes Resultat hervor: Wenn eine Flüssigkeit von einem bestimmten Körper eine, wenn auch noch so geringe Menge aufzulösen vermag, ihr aber durch ein geeignetes Mittel dieses Minimum des aufgelösten entzogen wird, so löst sie dann ein zweites Minimum auf, und, wenn dieses abgeschieden, ein drittes auf u. s. f., so daß dieselbe Menge Flüssigkeit eine bedeutende Menge von dem so sehr schwer löslichen Körper aufzulösen im Stande ist. In dem vorliegenden Falle findet dieses Wiederauflösen in so fern eine Gränze, als die Flüssigkeit an der Stelle des abgeschiedenen — reducirten Metalls — jedesmal den abscheidenden Körper — das reducirende Metall — auflöst,

wo aber dieses nicht stattfindet, kann dieses Wiederauflösen in's Unbegrenzte gehen ¹⁾).

Breslau, den 21. April 1846.

XIII. *Trockenheit der Luft in Abyssinien.*

Die Leser werden sich erinnern, welch grofse Trockenheit der Luft Hr. v. Humboldt in den Ebenen Sibiriens zu beobachten Gelegenheit hatte (Annal. Bd. 23, S. 102). Aehnliche Beispiele hat kürzlich Hr. d'Abbadie in Abyssinien erlebt. Er beobachtete das Psychrometer unter andern zu Abbay, dicht am blauen Nil (9. April 1844), zu Tacazé (7. Oct.) und zu Quarata, eine halbe Meile vom See Tsana (1. März 1845), und fand:

Therm.	Abbay.	Tacazé.	Quarata.
trockn.	37°, 1 C.	32°, 0 C.	26°, 2 C.
feucht.	19, 9	21, 2	15, 7

Er ist (mit Hrn. Arago) überzeugt, dafs die verderblichen Eigenschaften des Samum (Simoun) nur aus dessen grofser Trockenheit entspringen.

Am 22. Sept. 1841 machte er zu Adi-Habib, bei Harqigo, am Ufer des rothen Meeres, folgende Beobachtungen während eines Samums, der merkwürdigerweise vom Meere herzukommen schien:

Temperatur der Luft im Schatten	42°, 7 C.
feucht Therm. dito	20, 6 -
Kameelmilch in einem dem Winde ausgesetzten Schlauch	24, 3 -
Temp. des Bodens (Sand) im Sonnenschein, in 4 Millim. Tiefe	60, 1 -
Therm. im Sonnenschein, bedeckt mit einem schwarzen Stoff	46, 4 -
dito dito, bedeckt mit einem weissen Stoffe	44, 5 -
(Compt. rend. T. XXI, p. 962.)	

1) Wenn dem Humus aller Antheil an der Ernährung der Pflanzen abgesprochen wird, so kann die Schwerlöslichkeit desselben, wenn sie auch noch so grofs ist, kein hinreichender Grund dafür seyn.

XIV. Die Temperaturverhältnisse von Elbing in Preussen.

In dem 1843 erschienenen Programm der höheren Bürgerschule von Elbing findet sich eine Abhandlung von mir, welche zunächst die Bewohner der Stadt, der ich damals als Lehrer diente, in die klimatischen Verhältnisse der Gegend einführen sollte. Meine jetzige Absicht ist, die dort geförderten Resultate in geeigneter Kürze dem wissenschaftlichen Publikum zu übergeben.

Vom Anfange des Jahres 1829 bis Ende 1842 hatte Hr. Dr. Schaper täglich drei Mal — des Morgens um 6, so wie Nachmittags um 2 und 9 Uhr — an einem und demselbigen Réaumur'schen Thermometer, das vom älteren Greiner in Berlin gefertigt, später von Greiner junior nach seiner Controle für fehlerfrei erklärt, endlich noch von mir einer genaueren Untersuchung unterworfen wurde, die Temperatur bis auf Zehnthelle eines Grades abgelesen und aufgezeichnet. Das Instrument war 10 Fufs über dem Straßenpflaster, 19 Fufs über dem Spiegel des frischen Haffes, freilich nach Nordwest hin, aufgehängt, woher die Abendbeobachtungen in den Sommermonaten an einem anderen, ebenfalls von mir controlirten, Thermometer gemacht wurden.

Ueber die Art der Bearbeitung bemerke ich, dafs ich den durch den fruchtreichsten Meteorologen Kämtz gebahnten Weg betreten habe, d. h. dafs ich zuerst die arithmetischen Mittel der Temperaturen von 5 zu 5 Tagen genommen, diese auf Jahreszwölftel gebracht, und mit Hülfe der ausgedehnten Tabellen für Göttingen, Halle und Padua (denn die von Leith bei Edinburg sind zu diesem Zwecke weniger brauchbar) die wahren mittleren Temperaturen der einzelnen Monate (Jahreszwölftel) bestimmt habe. Endlich wurden die Angaben der achtzigtheiligen Skale auf die der hunderttheiligen Skale zurückgeführt, und diese Gröfsen zusammengestellt in die:

Tafel I.

Monatstemperaturen von Elbing in den Jahren 1829 bis 1842.

Monate.	1829.	1830.	1831.	1832.	1833.	1834.	1835.	1836.	1837.	1838.	1839.	1840.	1841.	1842.	Schwankung.
Jan.	6,16	- 6,71	- 4,28	- 1,61	- 2,35	- 0,33	+ 0,99	- 1,38	- 1,89	- 10,66	- 2,03	- 1,81	- 2,49	- 4,60	11,65
Febr.	4,68	- 4,41	+ 0,41	- 0,46	+ 2,21	+ 0,64	+ 2,63	+ 1,23	- 1,80	- 5,13	- 1,14	- 0,98	- 7,25	- 0,34	9,88
März	0,25	2,44	1,78	2,05	2,16	2,00	3,18	0,89	0,15	- 0,69	1,93	- 0,66	2,66	2,75	8,74
April	6,89	8,56	11,99	6,98	5,51	6,40	6,20	8,53	7,24	5,23	3,30	6,45	8,38	4,84	8,49
Mai	13,31	12,55	13,68	10,43	14,55	14,85	12,05	9,56	11,51	12,14	14,24	10,56	14,96	13,09	5,40
Juni	15,10	17,70	17,33	15,29	16,56	16,93	17,36	16,21	14,40	15,29	16,65	15,26	16,91	14,99	3,70
Juli	20,40	18,51	19,56	15,74	17,20	21,61	18,31	15,30	16,03	16,70	18,76	16,95	17,13	16,04	6,31
August	18,80	18,28	18,04	18,16	13,64	21,44	15,20	14,99	17,30	14,99	16,91	15,58	16,73	18,89	7,80
Sept.	10,13	14,45	13,34	12,33	14,55	14,86	14,53	13,08	12,96	15,29	15,45	13,46	13,91	14,45	3,80
Octob.	7,67	9,00	11,95	9,45	8,30	8,50	8,28	11,10	8,68	6,73	9,69	6,51	9,94	5,93	6,02
Nov.	0,34	5,91	3,59	2,44	2,96	3,65	9,94	0,66	4,38	2,63	2,45	3,99	4,15	0,34	5,87
Dec.	9,39	+ 1,86	+ 0,91	- 0,75	+ 2,54	+ 2,05	- 2,30	+ 0,75	- 1,86	+ 0,00	- 4,66	- 5,08	+ 2,85	+ 3,19	11,57
Winter	4,98	- 6,50	- 0,67	- 0,39	- 0,30	+ 0,95	+ 1,99	- 0,82	- 0,98	- 5,88	- 1,06	- 2,48	- 4,94	- 0,70	8,39
Frühg.	6,82	7,85	9,15	6,49	7,41	7,75	7,14	8,33	6,20	6,02	5,30	5,45	8,67	6,89	3,85
Somm.	19,10	18,17	18,31	16,40	15,80	19,99	16,96	13,30	15,91	15,66	17,44	15,93	16,92	16,64	4,49
Herbst.	8,05	9,79	9,63	8,07	8,60	9,00	7,62	8,28	8,67	8,02	9,20	7,99	9,33	6,91	2,88
Jahr	6,89	8,18	9,03	7,50	8,15	9,39	8,04	8,08	7,24	6,11	7,34	6,69	8,16	7,46	3,27

Um die *Schwankungen* der Temperaturen entsprechen-
der Monate hervorzuheben, ist für die Januare, Februa-
re u. s. f. die höchste und niedrigste Temperatur durch den
Druck von den übrigen unterschieden, und in der letzten
Spalte ihr Unterschied angegeben. Die Zahlen dieser Spalte
zeigen, daß die Schwankung das Hauptmaximum im Januar,
ein Nebenmaximum im August habe, und daß selbst die
einzelnen Jahrestemperaturen um $3^{\circ},27$ C., also bedeuten-
der als an den meisten anderen Orten Europa's, von ein-
ander abweichen. Auch zeigt die obige Tafel, daß die
Meinung, auf einen besonders kalten Winter folge ein be-
sonders warmer oder kalter Sommer, unbegründet sey. Das
einzigste charakterlose, oder wenn man will normale Jahr,
das weder einen kältesten noch einen wärmsten Monat hat,
ist das Jahr 1840.

Die Temperatur des Durchschnittsjahres habe ich —
nach Kuntz — so bestimmt, daß ich die arithmetischen
Mittel der Temperaturen für die Januare, Februa-
re u. s. f. zog, und diesen Resultaten die Function unterlegte:

$$1) T_n = T + u \sin(n \cdot 30 + v) + n' (n \cdot 60 + v'),$$

in welcher T die Temperatur des ersten Monats
die u die Amplitude der jährlichen Schwankung
die n die Anzahl der Monate seit dem ersten
die v die Phase der jährlichen Schwankung
die n' die Anzahl der Jahre seit dem ersten
die v' die Phase der langjährigen Schwankung
die T die mittlere Temperatur
die u die Amplitude der jährlichen Schwankung
die n die Anzahl der Monate seit dem ersten
die v die Phase der jährlichen Schwankung
die n' die Anzahl der Jahre seit dem ersten
die v' die Phase der langjährigen Schwankung
bedeuten.

Die Rechnung giebt:

$$2) T_n = 7,730 + 10,511 \sin(n \cdot 30 + 235^{\circ} 49') + 0,189 \sin(n \cdot 60 + 236^{\circ} 32')$$

ferner, daß das

Minimum	=	2,935	auf den 21. Januar
Frühlingmittel	=	7,730	21. April
Maximum	=	18,071	25. Juli
Herbstmittel	=	7,730	21. October

also die größte Schwankung $= 21^{\circ} 006$ sey.

Mit welcher Annäherung die Reihe der Mitteltempe-
raturen für die einzelnen Monate durch diess mathematische
Gesetz dargestellt werde, zeigt die

Um die Schwankungen der Monate hervorgehoben ist für die Monate Februar Beobachtete und berechnete Durchschnittstemperaturen.

Monat	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Monat	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Januar	- 3,24	- 2,93	- 0,31	Januar	- 3,24	- 2,93	- 0,31
Februar	1,36	1,75	+ 0,39	Februar	1,36	1,75	+ 0,39
März	1,53	1,98	+ 0,25	März	1,53	1,98	+ 0,25
April	6,91	7,13	- 0,22	April	6,91	7,13	- 0,22
Mai	12,69	12,89	- 0,35	Mai	12,69	12,89	- 0,35
Juni	16,36	16,26	+ 0,10	Juni	16,36	16,26	+ 0,10
Juli	17,74	18,05	- 0,31	Juli	17,74	18,05	- 0,31
August	17,06	17,19	- 0,13	August	17,06	17,19	- 0,13
September	14,20	13,90	+ 0,40	September	14,20	13,90	+ 0,40
October	8,70	8,68	+ 0,02	October	8,70	8,68	+ 0,02
November	2,64	3,16	- 0,52	November	2,64	3,16	- 0,52
December	0,64	1,13	- 0,49	December	0,64	1,13	- 0,49
Jahr	7,73	7,73	+ 0	Jahr	7,73	7,73	+ 0

Der wahrscheinliche Fehler ist $\epsilon = 0^{\circ} 219$. Die Zahlen der beiden letzten Spalten werden erläutert durch die

Schlussbemerkung.

Unsere Aufgabe ist die, statt der vierzehn verschiedenen Jahreswellen eine Normalwelle zu finden, um welche die wechselnde Erscheinung wie um ihren Schwerpunkt pendelartig hin und her schwankt. Folgen z. B. drei durchschnittlich gleich warme Jahre mit gleich grossen Maximis und Minimis, welche indess im ersten meteorologischen Jahre auf die Mitte des December und Juni, im zweiten auf die Mitte von Januar und Juli, im dritten auf die Mitte von Februar und August fallen, Jahre, die bis auf diese Verschiebung der Extreme gleichartige Temperaturcurven besitzen; so scheint mir das zweite Jahr dasjenige zu seyn, welches als Normaljahr genommen werden müsse. Nach der im Allgemeinen angenommenen Methode von Kämtz aber wird als Temperatur z. B. des Juli das arithmetische Mittel der Temperaturen der drei Jannimate genommen. Der Erfolg ist der, dass die so gewonnene Temperaturcurve flacher und weniger charakteristisch ist, als es seyn sollte. Besser scheint mir dagegen folgender Gedanke. Man

suche für jedes einzelne Jahr den kältesten und wärmsten Tag und ihre Temperatur, d. h. die wahren Zeiten und Gröfsen der *Wellenberge* und *Wellenthäler*; zur Construction des Normaljahrs nun bestimme man die arithmetischen Mittel dieser Zeiten und Gröfsen für die Maxima und Minima, und führe, der zwischen liegenden Beobachtungen gemäß, durch diese Punkte die Wellenlinie. Ein diesem Gedanken sich freilich nur annähernder Weg ist dieser:

Blicken wir auf die erste Tafel, und zwar auf die Monatstemperaturen des meteorologischen Jahres 1838 zurück, so finden wir die Temperatur des Decembers = $-1,86$, des Januars = $-10,66$, des Februars = $-5,13$, als kältesten Monat also den Januar. Wäre der December eben so kalt als der Februar, so wäre es natürlich anzunehmen, dafs das Minimum der Wärme auf die *Mitte* des Januars fiele. Jetzt dagegen wird es mit *Wahrscheinlichkeit* gegen das Ende des Januars hin gesucht werden müssen. (Denken wir uns zur genaueren Bestimmung dieser Zeit eine horizontale Linie in zwölf gleiche, den Monaten entsprechende, Theile getheilt, in ihren Mitteln Perpendikel errichtet, deren Höhen den Monatstemperaturen entsprechen, und die Enden dieser Perpendikel mit einander verbunden, so ist diese gebrochene Linie annäherungsweise die Temperaturcurve.) Machen wir jetzt noch die wahrscheinliche Hypothese, dafs kurz vor dem wirklichen Minimum die Abnahme der Temperatur dieselbe sey, als kurz nach demselben die Zunahme, so dürfen wir nur das Dreieck, welches entsteht, wenn man durch den Endpunkt des Februar-Perpendikels mit der Zeit-Linie eine Parallele zieht, und sie nach der linken Seite verlängert, bis sie die Verbindungslinie zwischen den Perpendikel-Enden des Decembers und Januars trifft, in ein anderes gleichschenkliches Dreieck von derselben Basis und Höhe verwandeln. Diese nach der Februarseite hin liegende Spitze des gleichschenklichen Dreiecks zeigt dann den Ort (die Zeit) für das Minimum an. Eine ähnliche Construction giebt die Zeit des Maximums. Uebersetzt man sie in Rechnung, so findet man allgemein die

Zeit der Extreme $= (M) \pm \frac{a}{T}$, wobei T die Zeit zwischen den beiden benachbarten Monaten, und a die Temperaturdifferenz zwischen den beiden benachbarten Monaten, und zwar a die dem A näher gelegene, α die von ihm mehr abweichende. Die Zeiten ferner des Frühlings- und Herbst-Mittels finden wir durch die einfache Annahme, daß zwischen den Monatsmitteln, zwischen denen die mittlere Temperatur des Jahres liegt, die Curve eine gerade Linie sey. Bezeichnen wir diese vier merkwürdigen Zeiten der Reihe nach mit n_1, n_2, n_3, n_4 für welche Größen die Länge eines meteorologischen Monats die Zeiteinheit sey, und die entsprechenden Temperaturen mit t_1, t_2, t_3, t_4 , bestimmen diese Größen für alle vierzehn Jahre und nehmen die Mittel, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} n_1 &= 1,06 = \text{Anfang 18. Januar} & t_1 &= -3,964 \\ n_2 &= 4,11 = \text{Ende 26. April} & t_2 &= +7,730 \\ n_3 &= 7,14 = \text{Ende 21. Juli} & t_3 &= +19,158 \\ n_4 &= 10,15 = \text{Mitte 21. October} & t_4 &= +7,730 \end{aligned}$$

also die größte Schwankung $= 23,122^\circ \text{C}$.

In Bezug auf die Zuverlässigkeit unserer Annäherungsmethode bemerke ich nur, daß unsere Methode, wenn wir sie an den berechneten Temperaturen der zweiten Tafel prüfen, die Zeiten für die Extreme und Medien bis auf einen halben Tag mit den wirklichen übereinstimmend geben.

Als allgemeine der Temperaturecurve zu Grunde zu legende Function wählen wir, da es wohl keine bessere giebt, die jetzt allgemein angenommen, oben mit No. 1 bezeichnete, brachten sie indess in aufgelöster Form

$$T = T_0 + a \sin n, 30 + b \cos n, 30 + c \sin n, 60 + d \cos n, 60$$

Dann erhalten wir folgendes System:

$$\begin{aligned} & \left\{ \begin{aligned} t_1 &= T_0 + a \sin n_1, 30 + b \cos n_1, 30 + c \sin n_1, 60 + d \cos n_1, 60 \\ 0 &= -a \cos n_1, 30 + b \sin n_1, 30 - 2c \cos n_1, 60 + 2d \sin n_1, 60 \\ t_2 &= T_0 + a \sin n_2, 30 + b \cos n_2, 30 + c \sin n_2, 60 + d \cos n_2, 60 \\ 0 &= -a \cos n_2, 30 + b \sin n_2, 30 - 2c \cos n_2, 60 + 2d \sin n_2, 60 \\ t_3 &= T_0 + a \sin n_3, 30 + b \cos n_3, 30 + c \sin n_3, 60 + d \cos n_3, 60 \\ 0 &= -a \cos n_3, 30 + b \sin n_3, 30 - 2c \cos n_3, 60 + 2d \sin n_3, 60 \\ t_4 &= T_0 + a \sin n_4, 30 + b \cos n_4, 30 + c \sin n_4, 60 + d \cos n_4, 60 \\ 0 &= -a \cos n_4, 30 + b \sin n_4, 30 - 2c \cos n_4, 60 + 2d \sin n_4, 60 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

in welchem die zweite und vierte Gleichung die differenzierte erste und dritte sind.

Die Mitteltemperatur hat bei uns dieselbe Bedeutung wie bei Kämtz, außerdem haben wir noch diese sechs charakteristischen Gleichungen zur Bestimmung von a b c d , während nach jener Methode dazu elf weniger charakteristische übrig bleiben. Um vorerst für jene Constanten Annäherungen zu finden, sehen wir zurück auf die oben gefundenen Werthe für n , welche 1, 4, 7, 10 betragen + einem Ueberschuß, der im Mittel 0,115 beträgt. Setzen wir $a = \alpha + x$, $b = \beta + y$, $c = \gamma + z$, $d = \delta + u$, wo α β γ δ die ersten Annäherungen für a b c d sind, so erhalten wir, wenn $n = 1,115$ genommen wird, mit Hülfe der vier ersten Gleichungen des Systems 5):

$$\alpha = \frac{1}{2}(t_3 - t_1) \sin n.30 = 6,3724$$

$$\beta = \frac{1}{2}(t_3 - t_1) \cos n.30 = 9,6465$$

$$\gamma = [T - \frac{1}{2}(t_3 + t_1)] \sin n.60 = 0,1223$$

$$\delta = [T - \frac{1}{2}(t_3 + t_1)] \cos n.60 = 0,0520.$$

Setzen wir diese Werthe in alle sechs Gleichungen des Systems 5), wenden die Methode der kleinsten Quadrate an, und bezeichnen die Werthe der linken Seiten (die, wenn die Werthe von a b c d strenge den sechs Gleichungen genügten, $= 0$ seyn sollten) mit v_1 v_2 ... v_6 , so erhalten wir:

$$\left. \begin{array}{l} a = 6,0811 \\ b = 9,4042 \\ c = 0,0769 \\ d = 0,1904 \end{array} \right\} i''(v) = 0,0813$$

und als (wieder zusammengezogene) Formel für die Elbin-ger Temperaturcurve:

$T_n = 7,730 + 11,1995 \sin(n.30 + 237^\circ 6') + 0,2053 \sin(n.60 + 248^\circ 0')$, nach welcher die Extreme und Medien (zu deren Berechnung man meine Annäherungsformel oder, wenn man Genauigkeit verlangt, die gewöhnliche leichte Probirmethode, nicht aber die von Kämtz vorgeschlagenen Gleichungen des vierten Grades nutzen mag) auf den 18. Jan., 20. Apr., 21. Juli, 21. Oct., also auf dieselben Tage fallen, die wir bei der Berechnung zu Grunde gelegt haben, als Monatstemperaturen aber diejenigen sich ergeben, die in der vorletzten mit a bezeichneten Spalte der Tafel II zu finden sind.

Hat man nur die Absicht, die durch die Kämtz'sche Methode herbeigeführte Verflachung der Temperatureurve zu vermeiden, so steht folgender kürzere Weg offen:

Man bestimme nach Kämtz die Formel 2) sammt den aus ihr folgenden Monatstemperaturen und ihrer größten Schwankung ($=21,006$); man suche ferner aus den wirklichen Beobachtungen die Mittel aller kältesten und wärmsten Monate, und ihre Differenz ($=23,122$); bilde darauf den Quotienten $\frac{23,122}{21,006} = 1,101$, und multiplicire mit ihm die Größen u und u' . Die so erhaltenen Zahlen finden wir in der letzten, mit b bezeichneten, Spalte der Tafel II.

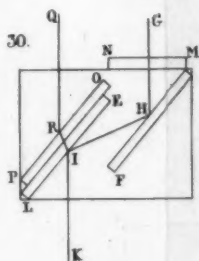
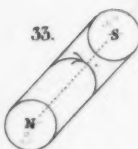
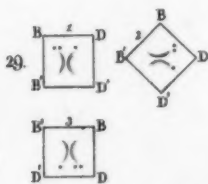
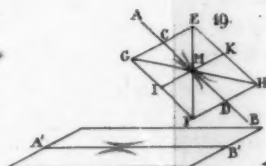
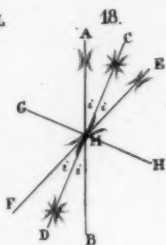
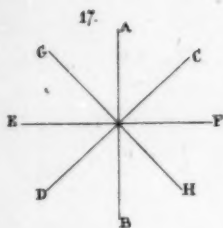
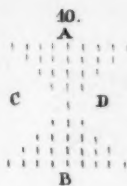
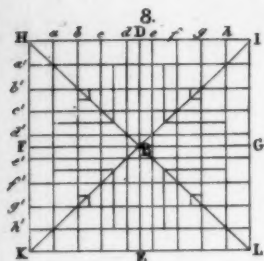
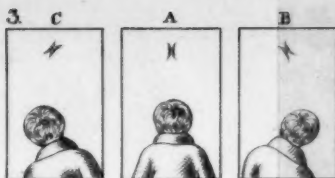
Königsberg, im Mai 1845.

J. Schumann.

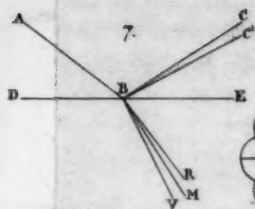
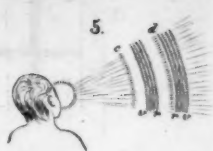
XV. Goldgehalt des Rheinsandes.

Nach Hrn. Daubrée, Ingenieur de Mines und Professor in Straßburg, kommt der Goldgehalt des Rheinsandes (oder vielmehr des Kiesel, denn der feine Sand ist, gleich dem sogenannten Loef, ohne Gold) etwa dem des Sandes der Eder in Hessen gleich, und verhält sich zu dem des Sandes in Sibirien und Chili wie 1 : 10 : 37. Dennoch ist die Gesamtmasse des Goldes im Rhein sehr groß. Ein Kubikmeter gewöhnlichen Kiesel, 1800 Kilogr. wiegend, enthält durchschnittlich 0,0146 Grm. Gold; also sind in der goldführenden Schicht zwischen Rhein und Philippsburg, die 123 Kilomet. lang, 4 Kilomet. breit und 5 Meter tief ist, 35916 Kilogr. des edlen Metalls (wovon etwa 22000 auf Baden und Rheinbaiern kommen). Die Gesamtmasse des Goldes zwischen Basel und Mannheim beträgt etwa 52000 Kilogr.; zum Werth von 166 Millionen Francs, wovon aber mehr als zwei Drittel auf den mit Ackerland gemengten Kies kommen. Die jährliche Ausbeute beträgt nur 45000 Francs. (*Compt. rend. T. XXII, p. 639.*)

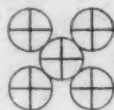
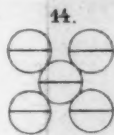
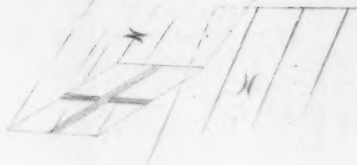
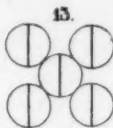
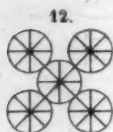
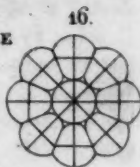




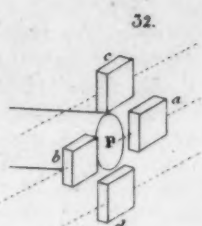
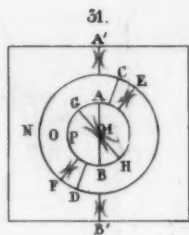
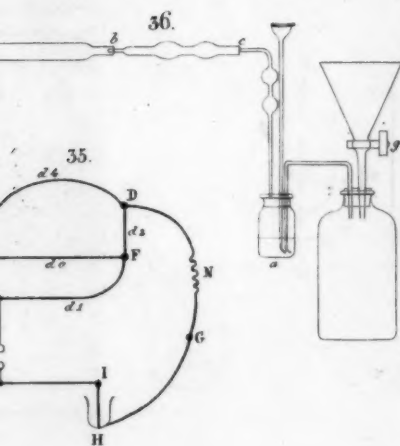
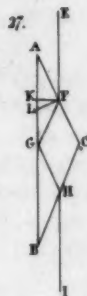
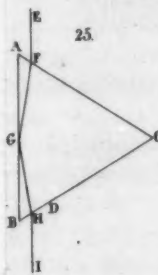
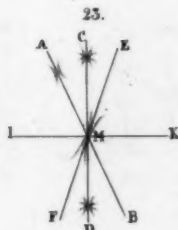
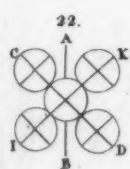
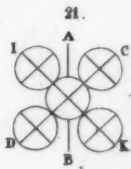
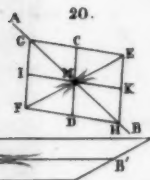
Guinand & Co.



Tafel



15.



Periode von 27.63

Gruppe von
1759 - 1926

Gruppe von
1889 - 1913

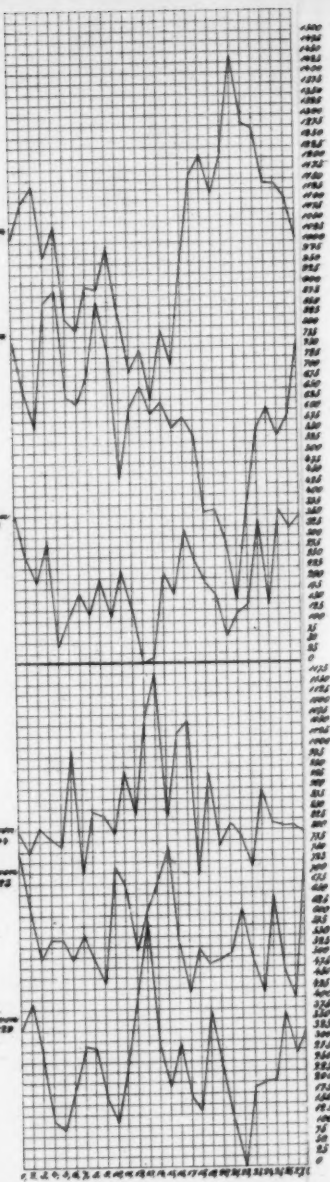
Gruppe von
1871 - 1929

Periode von 27.96

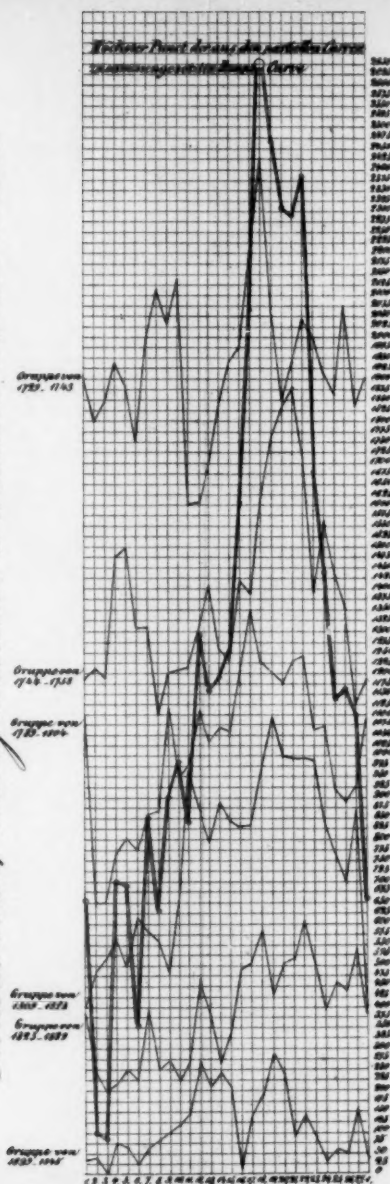
Gruppe von
1879 - 1909

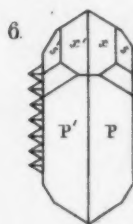
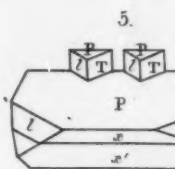
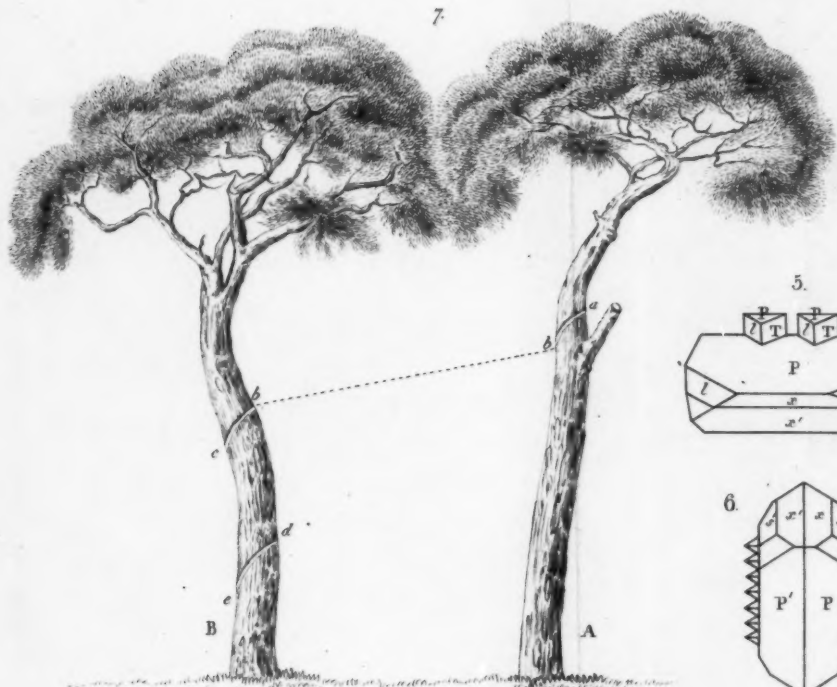
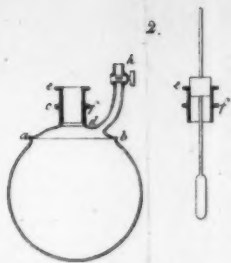
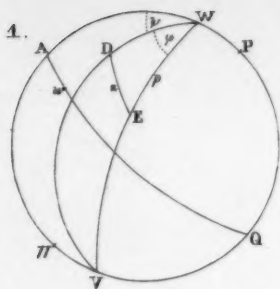
Gruppe von
1889 - 1913

Gruppe von
1881 - 1919



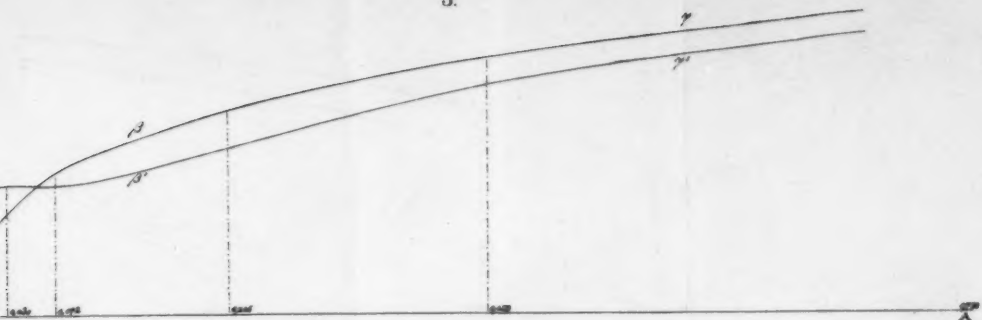
Periode von 21689. Synodischer Rotationszeit der Sonne.



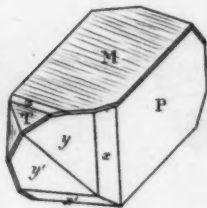


Gravand et.

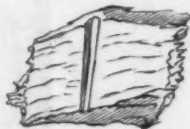
3.



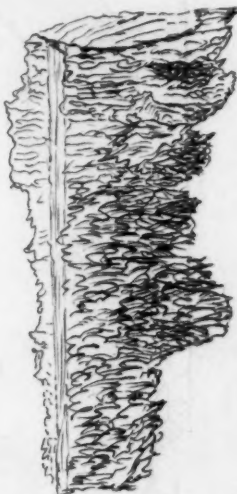
4.



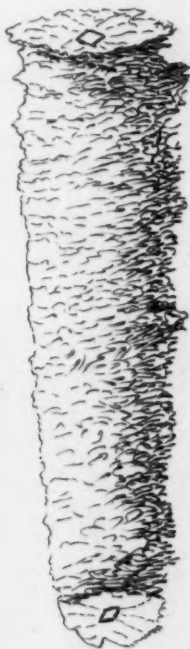
8.



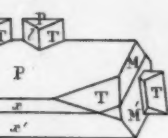
11.



12.



5.



9.



10.

